

# Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2016

Riikka Pastila (toim.)

# Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2016

Riikka Pastila (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet  
Siiri-Maria Aallos-Ståhl  
Riina Alén  
Elina Hallinen  
Santtu Hellstén  
Päivi Kurttio  
Maaret Lehtinen  
Reetta Nylund  
Eero Oksanen  
Iisa Outola  
Teemu Siiskonen  
Petri Sipilä  
Tommi Toivonen  
Kaisa Vaaramaa  
Eija Venelampi

ISBN 978-952-309-378-2 (pdf)  
ISSN 2243-1896

*PASTILA Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2016. STUK-B 213. Helsinki 2017. 38 s. + liitteet 12 s.*

**Avainsanat:** säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

## Tiivistelmä

Vuoden 2016 lopussa ionisoivan säteilyn käyttöä varten oli voimassa 3 120 turvallisuuslupaa. Näistä noin 1 600 koskee hammasröntgentoimintaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2016 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 698 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä annettiin tarkastuksissa 734 kappaletta. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Annostarkkailussa oli vuonna 2016 yhteensä 10 951 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin 70 081 kappaletta.

Vuonna 2016 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, radiolaitteisiin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin 18 kertaa vaarallisen laserlaitteen kauppaan tai maahantuontiin. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla 11 kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 55 solariumin käyttöpaikkatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Tämän lisäksi kahdeksaa solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella. Langattomien päätelaitteiden markkinavalvonnassa testattiin 11 päätelaitetta.

Mittanormaalityöinnässä kansallisia mittanormaaleja pidettiin yllä sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointeihin. Mittausvertailuissa STUKin mittanormaallaboratorion tulos oli selvästi hyväksyntärajojen sisällä. Ulkoisissa arvioinneissa laboratorion todettiin täyttävän kansalliselle mittanormaallaboratoriolle asetetut vaatimukset.

Vuonna 2016 sattui 105 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 30 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 70 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, 2 eläinlääkinnässä ja 3 ionisoimattoman säteilyn käytössä. Terveysturvallisuudesta ilmoitettiin lisäksi 998 turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmäksi arvioitua tapahtumaa.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHDON KATSAUS	5
1 YLEISTÄ	7
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	7
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	10
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä	10
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	12
2.3 Turvallisuuslupan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	14
2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	15
2.5 Työntekijöiden säteilyannokset	15
2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyksien toteaminen	17
2.7 Radioaktiiviset jätteet	17
2.8 Poikkeavat tapahtumat	17
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	23
3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla	23
3.2 Radon maanalaisilla kaivoksilla ja louhintatyömailla	23
3.3 Rakennusmateriaalien radioaktiivisuus	24
3.4 Talousveden aktiivisuus	24
3.5 Muu luonnonsäteilyn valvonta	24
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	25
4.1 Yleistä	25
4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta	25
4.3 Laserien valvonta	26
4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta	26
4.5 Kosmeettisen NIR-sovellusten valvonta	26
4.6 Muut tehtävät	26
4.7 Poikkeavat tapahtumat	26
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	28
6 TUTKIMUS	30
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	33
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	34
9 VIESTINTÄ	35
10 MITTANORMAALITOIMINTA	36
10.1 Yleistä	36
11 PALVELUT	38
LIITE 1 TAULUKOT	39
LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2016	47
LIITE 3 ST-OHJEET	50

## Johdon katsaus

Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) toimii ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena, tekee säteilyn käyttöön liittyvää valvontaa tukevaa tutkimusta ja ylläpitää ionisoivan säteilyn mittanormaaleja. Valvontaan kuuluvat turvallisuuslupa-, hyväksyntä- ja rekisteröintimenettelyt, säteilyn käyttöpaikoille tehtävät tarkastukset, markkina- ja työnteekijöiden säteilyannosvalvonta.

Säteilyn käytön turvallisuustilanne terveydenhuollossa, teollisuudessa ja tutkimuksessa on ollut vuonna 2016 kohtuullisen hyvä. STUKin tietoon ei tullut säteilyn käytössä vakavia potilaiden, työnteekijöiden tai ympäristön turvallisuuteen vaikuttavia onnettomuuksia tai tapahtumia.

Säteilyn käytössä raportoitiin STUKille poikkeavia tapahtumia vuonna 2016 hieman enemmän kuin edellisellä vuonna. Säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät tapahtumat terveydenhuollossa voidaan ilmoittaa kootusti tiettyjen kategorioiden mukaisesti kalenterivuositain. Tällaisia tapahtumia ilmoitettiin 998 kappaletta, kun vuonna 2015 tapahtumia oli 755 kappaletta.

Maaliskuussa STUKin toimitilan katolla sijaitseva ulkoisen säteilyn valvontaverkoston mittausasema havaitsi poikkeavia cesiumpitoisuuksia. Perusteellisen selvittelyn jälkeen säteilyn alkuperäksi selvisi STUKin kanssa samassa kiinteistössä toimiva yritys, joka vastaanottaa käytöstä poistettuja teollisuuden ja terveydenhuollon säteilylähteitä ja edelleen toimittaa ne loppusijoitettavaksi. Tapahtumasta ei aiheutunut vaaraa terveydelle tai ympäristölle, mutta cesiumia pääsi leviämään toiminnanharjoittajan ja myös STUKin tiloihin ja näin ollen jouduttiin tekemään laajoja puhdistustoimia. STUK pyysi Onnettomuustutkintakeskusta ottamaan tapauksen tutkittavaksi. Tutkintaraportti valmistui vuoden 2017 alkupuolella. Tapahtuman seurauksena STUK on tarkentanut umpilähteiden käyttöä koskevia ST-ohjeita ja valvontakäytäntöjä sekä valmiuteen ja valmiusviestintään liittyviä menettelyitä.

Vuonna 2016 säteilyaltistuksen seurannassa oli 14 603 työnteekijää, joista ionisoivan säteilyn käytössä annostarkkailussa oli yhteensä 10 951 säteilytyötä tekevää työnteekijää, joista lähes 8 000 henkilöä osallistui säteilytyöhön ja loput ydinenergian käyttöön. Suomessa suurin ja eniten altistuva työnteekijäryhmä ovat lentotyötä tekevät työnteekijät, yhteensä noin 3 600. Kenenkään työnteekijän efektiivinen annos ei vuonna 2016 ylittänyt työnteekijöiden vuosiannosrajaa eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa. Vuonna 2016 annosrekisteriin kirjattiin kaikille säteilyaltistuksen seurannassa oleville työnteekijöille yhteensä 13,65 Sv:n kollektiiviannos, josta 75 % kirjattiin lentotyötä tekeville työnteekijöille.

Vuoden 2016 aikana oli turvallisuuslupa- ja muissa hakemuksissa ajoittain ruuhkautumista. Keskimääräinen käsittelyaika pysyi kuitenkin hyvin tavoitteiden mukaisena. Tavoiteajan ylittyminen joissakin tapauksissa johtui väliaikaisesta resurssien vajauksesta, johon suurin vaikuttaja oli lainsäädäntötyö. SOTE-uudistuksen valmistelun edetessä turvallisuuslupien muutoshakemusten määrä on kasvanut organisaatioiden järjestäytyessä uudelleen. Terveydenhuollon yrityskentän uudelleenjärjestelyihin liittyvät lupahakemukset olivat myös tavanomaista haasteellisempia, joka omalta osaltaan pidensi käsittelyaikoja.



# 1 Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

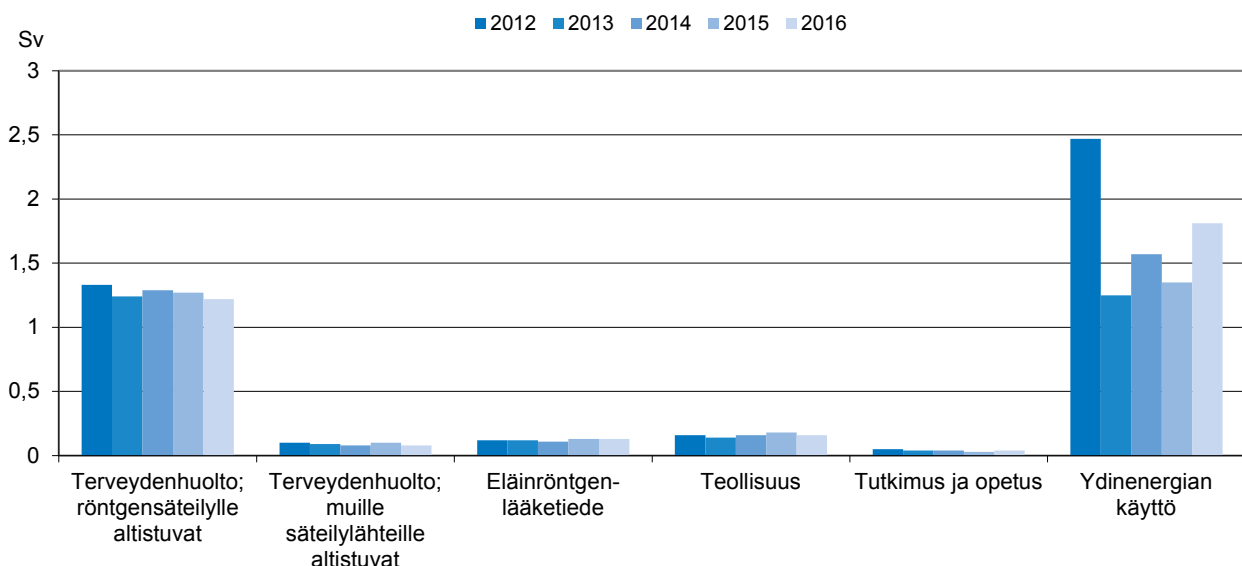
Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että io-

nisoimatonta säteilyä.

Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa STUKin Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) sekä muun luonnonsäteilyn kuin kosmisen säteilyn osalta STUKin Ympäristön säteilyvalvonta ja valmius -osasto (VALO).

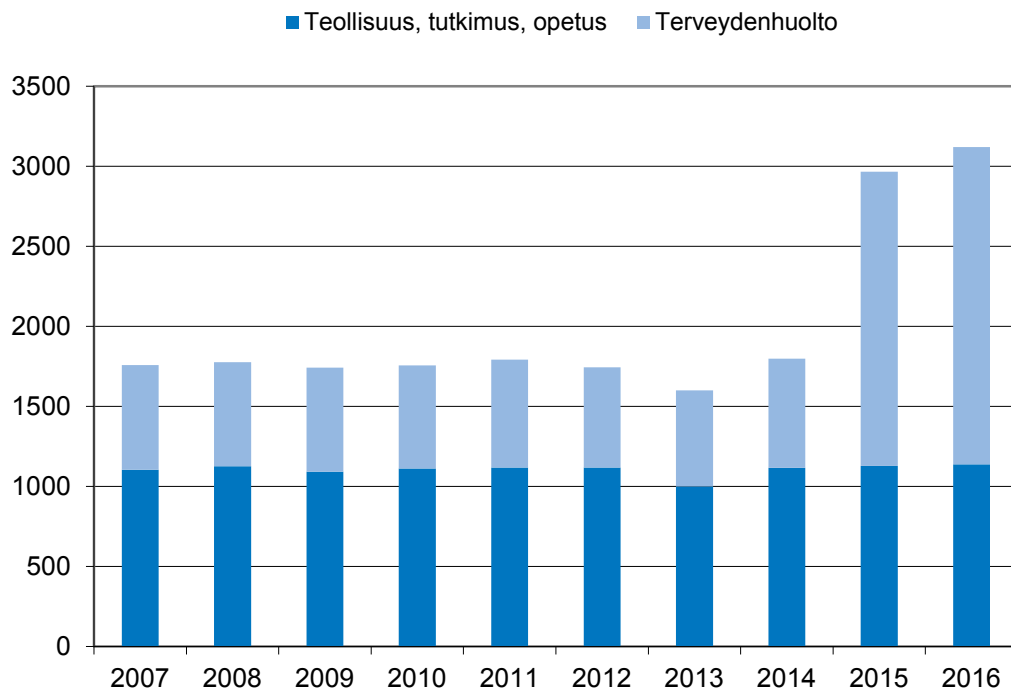
## 1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–4.

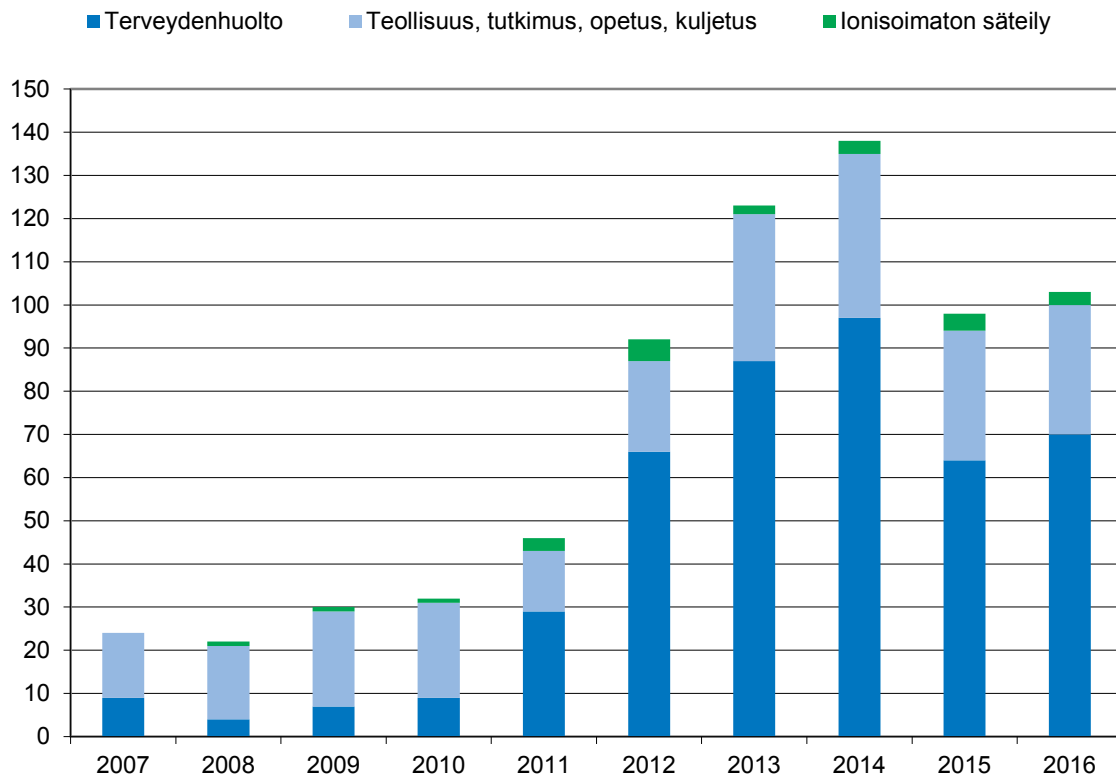


**Kuva 1.** Säteilyn käytössä annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2012–2016. Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: radioaktiivisten aineiden valmistus, asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut (ks. liitteen 1 taulukot 9 ja 10).

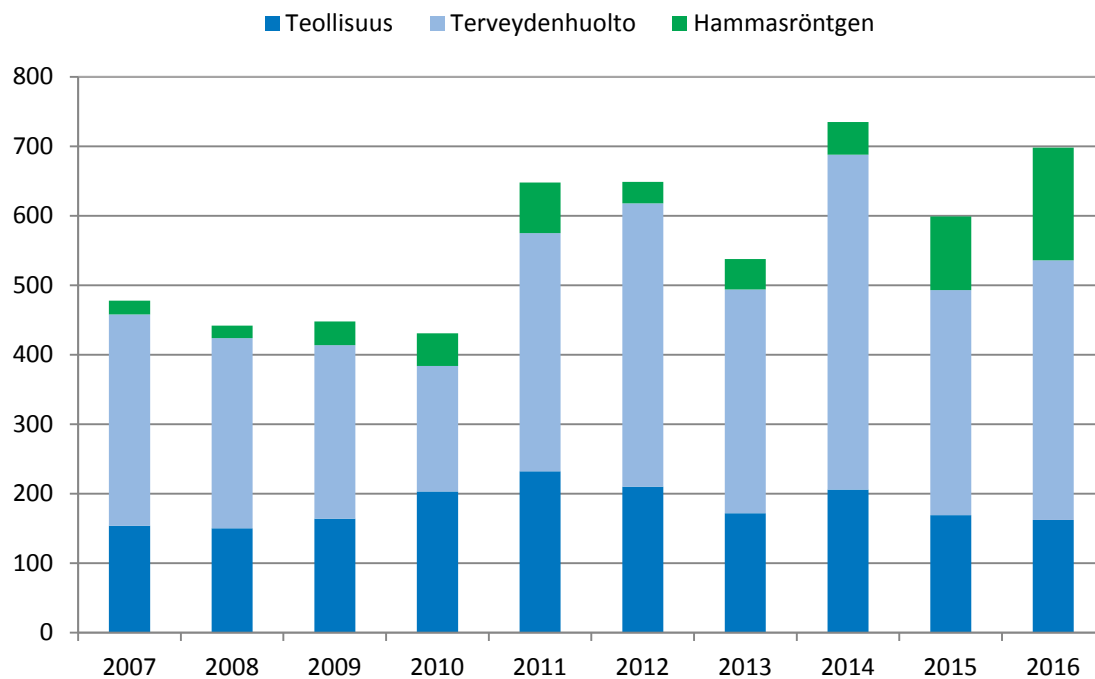




**Kuva 2.** Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 2007–2016. Terveystenhoollon lupien määrän kasvu johtuu hammasröntgentoiminnan muuttumisesta rekisteröidystä toiminnasta luvanvaraiseksi toiminnaksi.



**Kuva 3.** Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2007–2016.



**Kuva 4.** Tarkastusten lukumäärät vuosina 2007–2017.

## 2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

### 2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä

#### Turvallisuusluvut

Vuoden 2016 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 731 kappaletta (ks. myös kuva 2) ja eläinlääkintää koskevia lupia 252 kappaletta. Vuoden aikana tehtiin yhteensä 1 056 lupapäätöstä (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan lakkauttamisia). Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Tavanomainen hammasröntgentoiminta muuttui turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi 1.9.2014, minkä jälkeen alettiin myöntämään turvallisuuslupia tavanomaisen hammasröntgentoiminnan harjoittajille. Hammasröntgentoiminnan harjoittajia on noin 1 600 kappaletta.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 11,7 päivää. Noin 6 % lupahakemuksista käsiteltiin kiireellisinä.

#### Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2016 lopussa.

#### Röntgentoiminta, hammasröntgentoiminta ja eläinlääketiede

Vuonna 2016 STUK asetti uudet potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot hammaslääketieteellisiin kartiokeilatietokonetomografiatutkimuksiin (KKTT-tutkimuksiin) sekä kardiologisiin tutkimuksiin ja toimenpiteisiin. Molemmissa päätöksissä annettiin vertailutasoja kokonaan uusille tutkimuksille ja toimenpiteille.

STUK julkaisi oppaan tietokonetomografiatutkimusten optimoinnista isotooppilääketieteessä. Opas tehtiin moniammatillisessa yhteistyössä radiologien, sairaalafyysikoiden ja isotooppilääketieteen erikoislääkäreiden kanssa.

Eläinten radiojodihoitoja tekevien toiminnanharjoittajien valvontamallia kehitettiin.

STUK sovelsi uudentyypisten sädehoitokiihdyttimien ja sädehoitomenetelmien (FFF eli flat-tening filter free -laskenta) valvontaan systemaattisesti EMRP-projektissa kehitettyjä menettelyjä. Menetelmää kehitettiin edelleen mittausteknisten epävarmuuksien pienentämiseksi.

STUK järjesti sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivät ja osallistui Sädeturvapäivien järjestämiseen. Sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivillä keskusteltiin laitteiden laadunvarmistuksesta, käytönaikaisista hyväksyttävyyksvaatimuksista sekä poikkeavien tapahtumien raportoinnista.

STUK totesi terveydenhuollon röntgentoiminnan tarkastuksilla kolmella eri laitteella vertailutason ylityksen. Ylitysten johdosta STUK antoi tarkastuskohteita koskevat korjausmääräykset, joissa kehoitettiin toiminnanharjoittajaa selvittämään, olisiko alemmalla annostasolla saavutettavissa riittävän hyvä kuvanlaatu. Lisäksi edellytettiin, että tarvittavat muutokset tehdään kuvauskäytäntöihin. Näiden lisäksi STUK totesi valvonnan yhteydessä kahdentoista hammaslääketieteellisiin kuvauksiin käytettävän panoraatomografialaitteen ja 32 intraoraaliröntgenlaitteen ylittävän asetetun vertailutason. Hammaslääketieteellisten intraoraalikuvauksen vertailutasot päivitettiin vuonna 2014, ja tämä näkyy vielä vuonna 2016 vertailutason ylitysten kasvuna.

STUK kokosi ja julkaisi raportin ”Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015”. Vuonna 2015 Suomessa tehtiin noin 5,8 miljoonaa röntgentutkimusta (luvussa mukana myös hammasröntgentutkimukset). TT-tutkimusten

määrä kasvaa edelleen. STUK kokosi myös tiedot isotooppitutkimusten ja -hoitojen määristä sekä potilaille annettujen radioaktiivisten aineiden aktiivisuuksista. Raportti julkaistaan vuoden 2017 kuluessa.

STUK valmisti yhteistyössä Suomen kardiologisen seuran ja kutsuttujen kardiologisen säteilyn käytön asiantuntijoiden kanssa opasta turvallisesta säteilyn käytöstä kardiologiassa. Opas valmistuu ja julkaistaan STUK opastaa -sarjassa vuonna 2017.

STUK osallistui radiologisen kuvantamisen kansallisen arkkitehtuurin (Kvarkki) toimeenpanoprojektiin, eli THL:n ja KELAn Kuva-aineistojen arkistointi -projektiin, antamalla lausuntoja ja konsulttiapua projektin suunnitelmiin. Samalla valmisteltiin Kvarkki-toteutukseen kuuluvassa potilaan säteilyaltistustietojen automaattisessa keräämisessä tarvittavien tietojärjestelmän ominaisuuksien määrittelyä ja pyrittiin yhdistämään kuva-aineistojen arkistoinnin testaukseen potilaan säteilyaltistustietojen käsittelyn testaamista. Säteilyaltistustietojen käsittely jäi kuitenkin projektin toiseen vaiheeseen, joka alkaa syksyllä 2017 ja jossa STUK on mukana projektiryhmässä.

STUK ei havainnut sädehoidon tarkastuksilla tehdyissä vertailumittauksissa hoidon turvallisuutta vaarantavia yliannoksia eikä hyväksyntärajoja ylittäviä annostuloksia. Mittaustulosten ero oli keskimäärin 0,05 % (fotonikeilat) ja 0,30 % (elektronikeilat).

STUK osallistui HERCAN (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities) organisoimaan teemaviikkoon, jolloin tarkastuksilla kiinnitettiin erityistä huomiota säteilyn käytön oikeutusarviointiin. Asiaa esiteltiin syksyn 2016 Sädeturvapäivillä ja STUK julkaisee yhteenvedon havainnoista vuonna 2017.

STUK osallistui terveydenhuollon säteilyn käyttöä käsittelevän pohjoismaisen työryhmän (NGMA) työhön, jonka tuloksena annettiin mm. yhteinen julkilausuma uudentyyppisten terveydenhuollon teknologioiden oikeutuksen arvioinnista.

STUK osallistui Euroopan Komission projektiin, jonka tuloksena valmistui EU:n suositus potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoista lasten röntgentutkimuksissa ja toimenpiteissä. Opas julkaistaan EU:n Radiation protection -sarjassa

vuonna 2017.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajan ilmoittivat vuonna 2016 asennetut tai siirtoasennetut terveydenhuollon röntgenlaitteet. Kyselyn tuloksena löydettiin seitsemän röntgenlaitetta, jolle ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista. Lisäksi kyselyssä tuli esiin useita hammasröntgenlaitteita, joita ei ollut ilmoitettu STUKille. Tarkastusten yhteydessä STUKin tietoon tuli kahdeksan terveydenhuollon röntgenlaitetta, joille ei ollut turvallisuuslupaa. Kyseisille laitteille haettiin turvallisuuslupa.

Vuoden 2016 aikana STUK sai 53 kappaletta terveydenhuollon röntgentoimintaan liittyvää poikkeavan tapahtuman ilmoitusta (kohta 2.8). Turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät tapaukset voidaan ilmoittaa vuosiyhteenvetoina. Tällaisia tapauksia ilmoitettiin 998 kappaletta.

## Isotooppilääketiede

Edellisvuoden tapaan isotooppilääketieteen tarkastuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota kontaminaatiomittausten tekemiseen säännöllisesti ja aina työskentelyn päätyttyä. Työntekijöiden kontaminaation mittaamiseen suositeltiin käsi-kenkä-mittareiden hankkimista. Mittausten tekeminen yleistyi. Toiminnanharjoittajilta saatiin ilmoituksia poikkeavista tapahtumista koskien kontaminaatiotapauksia.

Isotooppiyksiköihin saapuvia ja niistä lähteviä kuljetuksia tarkastettiin viranomaisyhteistyössä Poliisin kanssa.

STUK julkaisi Isotooppilääketieteen TT-oppaan tietokonetomografiatutkimusten optimointiin isotooppilääketieteessä. Opas on tehty moniammatillisessa yhteistyössä radiologien, sairaalafysiikoiden ja isotooppilääketieteen erikoislääkäreiden kanssa.

Valmisteltiin Potilas isotooppitutkimuksessa -esite, joka vastaa yleisimpiin potilaiden esittämiin isotooppitutkimuksiin liittyviin kysymyksiin. Esite tehtiin yhteistyössä Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ja Lääketieteellisen Radioisotooppiyhdistyksen lääkäreiden, sairaalafysiikoiden ja radiokemistien kanssa. Esite on tarkoitettu jaettavaksi isotooppitutkimuksissa käyville potilaille.

STUK selvitti Suomessa vuonna 2015 tehtyjä isotooppitutkimuksia ja -hoitoja lähettämäl-

lä kyselyn kaikkiin näitä tutkimuksia tekeviin ja hoitoa antaviin sairaaloihin. Viimeiset tiedot selvitystä varten saatiin alkuvuodesta 2017. Isotooppitutkimuksia tehtiin vuonna 2015 yhteensä 45 120. Näistä 1 170 oli lasten tutkimuksia. Tieteellisiä tutkimuksia oli 939. Aiempaan, vuotta 2012 koskevaan selvitykseen, verrattuna isotooppitutkimusten määrä kasvoi 10,3 %. Isotooppihoitojen määrä oli 2 108. Niiden määrä kasvoi 13,7 %.

PET-tutkimusten määrä kasvoi merkittävästi, 50,2 %, vuoteen 2012 verrattuna. Niiden kokonaismäärä oli 9 545.

Isotooppikuvantamiseen käytettäviä laitteita oli vuonna 2015 yhteensä 50. Näistä 14 oli PET-, PET-TT- tai PET-MRI-laitteita. SPECT-, SPECT-TT-laitteita ja gammakameroita oli yhteensä 46.

Raportti selvityksestä julkaistaan keväällä 2017.

## Sädehoito

Sädehoitoa annettiin kaikissa viidessä yliopistosairaalassa, seitsemässä keskussairaalassa sekä yhdellä yksityisklinikalla n. 16 000 potilaalle. STUK teki vuoden 2016 aikana 7 sädehoitolaitteen käyttöönottotarkastusta ja 46 määräaikaistarkastusta.

STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat sairaaloiden hoitoannoksen tarkkuuden olevan erittäin hyvä: mittaustulosten ero oli fotonikeiloissa keskimäärin 0,1 % (keskihajonta 0,4 %) ja elektronikeiloissa 0,3 % (keskihajonta 0,5 %) sekä jälkilatauslähteillä 0,5 % (keskihajonta 1,5 %). Hoidon turvallisuutta vaarantavia annospoikkeamia ei vertailumittausten perusteella löytynyt.

Sädehoidon potilasannoksen tarkkuuden valvonnassa verrattiin annoslaskentajärjestelmän avulla laskettuja useamman kentän suunnitelmia vastaaviin mittaustuloksiin. Potilasannoksiin vaikuttavia annoslaskentajärjestelmien tarkastuksia tehtiin yli 600:lle sädehoitokeilalle. Sairaaloiden annossuunnitteluohjelmistojen laskentatarkkuutta sekä syöttötietojen oikeellisuutta voidaan pitää erittäin hyvänä. Vain yksi yli 3 %:n poikkeama havaittiin.

Loppuvuodesta 2016 Helsingin yliopistollinen keskussairaala ilmoitti aloittavansa boori-neutronihoitoaseman rakentamisen ja lähetti STUKiin ennakkolausuntopyynnön suojauksista ja turval-

lisuusjärjestelyistä. Laite tullaan asentamaan vuoden 2018 aikana ja sillä annetaan vastaavia hoitoja, joita aiemmin annettiin Espoon Otaniemessä olleella FIR-1 reaktorilla, mutta säteilyn tuottoon ei tarvita ydinreaktoria, vaan neutronit tuotetaan hiukkaskiihdyttimellä.

## 2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sisältää myös säteilyn käytön palvelu-, asennus- ja huoltotoiminnassa, radioaktiivisten aineiden kaupan ja valmistuksen sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset.

STUK antoi säteilysuojaukseen liittyvän lausunnon HUSille suunniteilla olevaan syklotroniin liittyen.

Tulli valmisteli vuonna 2016 junien läpivalaisulaitteiston siirtoa Vainikkalaan. STUK antoi asiasta lausuntoja ja valmisteli käytön lupapäätöstä. Käyttöönottotarkastus tehtiin joulukuussa 2016.

STUK varmisti, että röntgenlaitteiden kauppaa harjoittavilla yrityksillä on turvallisuuslupa vuoden 2016 tehdyn STUKin päätöksen nojalla.

Teknologiatutkimuskeskus VTT Oy on rakentamassa uusia toimitiloja. Tähän liittyy sekä vanhojen kontaminoituneiden tilojen puhdistaminen ja käytöstä poisto että uusien tilojen luvittaminen säteilylain mukaisesti. STUK valmistautui kyseisten toimintojen valvontaan tiivistämällä yhteistyötä STUKin sisällä sekä käymällä säteilyturvallisuusvaatimuksia alustavasti läpi VTT:n kanssa.

STUK tarkastaa suunnitelmansa mukaisesti kuljetettavat säteilylähteet sekä niiden käytön ja kuljetusjärjestelyt viiden vuoden välein. Väliä on kasvatettu riskiperusteisesti kolmesta viiteen vuoteen. Tarkastusten yhteydessä havaituista kuljetusjärjestelyjen puutteista annettiin korjausmääräykset ja valvottiin niiden toteuttaminen.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksia koskevia hakemuksia ei tullut STUKin käsiteltäväksi vuonna 2016.

STUK tiivisti yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa osallistumalla Trafin koordinoimaan valvontaviranomaisten ryhmään sekä yhteistarkastukseen. Lisäksi Poliisin kanssa tehtiin yhteistarkastus, joka kohdistui lääketieteessä käytettävien radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin.

Tarkastuksella havaittiin useita puutteita.

Suomen ainoan tunnustetun laitoksen tiloissa tapahtui kontaminaatio maaliskuussa 2016, jossa yrityksen työtilat kontaminoituivat niin, että ne piti puhdistaa. Puhdistustyö jatkui vuoden 2017 puolelle vielä joiltain osin. Puhdistustöistä kertyneen radioaktiivisen jätteen ja kontaminoituneiden tavaroiden käsittelyä ja loppusijoitusta selvitetään vielä.

Tapauksen jälkeen STUK asetti yrityksen toimintakieltoon siten, että se voi vastaanottaa uusia säteilylähteitä vasta kun se toteuttaa tarkennetut turvallisuusvaatimukset. Tämän vuoksi Suomessa ei ole tällä hetkellä toimijaa, joka voisi vastaanottaa radioaktiivisia jätteitä. Jätteiden vastaanoton keskeytyminen on aiheuttanut sen, että käytöstä poistettuja säteilylähteitä on jäänyt toiminnanharjoittajien ja maahantuojien varastoihin.

Onnettomuustutkintakeskus otti tapauksen STUKin pyynnöstä tutkittavakseen, ja raportti julkaistiin maaliskuussa 2017. Raportti on löydettävissä osoitteesta [www.otkes.fi](http://www.otkes.fi).

STUK antoi säteilysuojaukseen liittyviä lausuntoja uusista isotooppituotantoon tarkoitetuista hiukkaskiihdyttimistä ja niitä koskevista hankkeista.

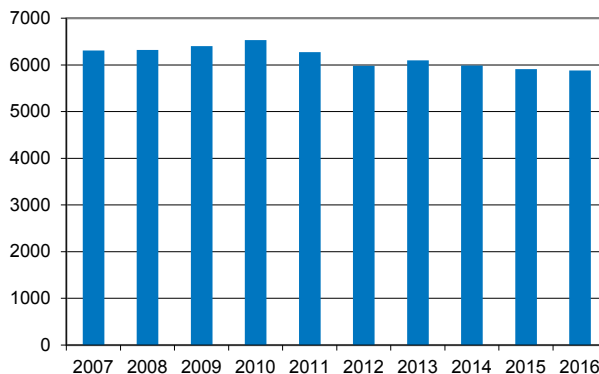
Tutkimuksen ja isotooppituotannon kiihdyttimien säteilyturvallisuutta koskeva selvitys julkaistiin vuonna 2016, ja siinä mainittuja ehdotuksia käytetään tarkkojen vaatimusten asettamisessa kiihdyttimille. Julkaisusta lähetettiin tiedotekirje toiminnanharjoittajille.

### Turvallisuusluvut

Vuoden 2016 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 137 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin yhteensä 497 lupapäätöstä (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan lakkauttamisia). Turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 16,8 päivää. Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

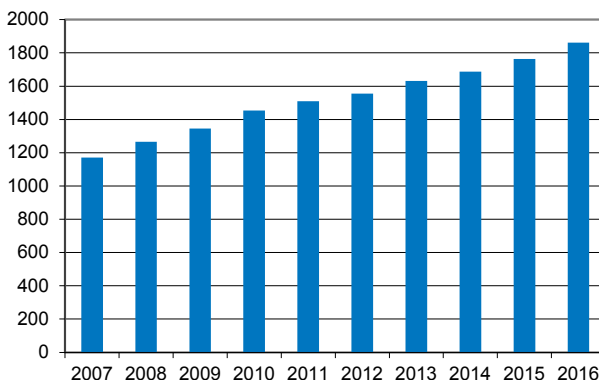
### Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 5 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen käytössä. Määrä on pysynyt pitkään lähes samana.



**Kuva 5.** Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä 2007–2016.

Kuvassa 6 on esitetty röntgenlaitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Määrä on kymmenessä vuodessa lähes kaksinkertaistunut. Röntgenlaitteet ovat jossain määrin korvanneet radioaktiivista ainetta sisältäviä laitteita, ja käyttöön on tullut myös uusia läpivalaisu- ja analyysilaitesovelluksia.



**Kuva 6.** Röntgenlaitteiden lukumäärä 2007–2016.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärästä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2016 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

### Röntgenlaittekysely

STUK pyysi vuoden 2017 alussa Suomessa toimivilta röntgenlaitteiden myyjiltä (31 kpl) ilmoitusta vuonna 2016 luovutetuista röntgenlaitteista ja niiden haltijoista. Luovutustietojen perusteella

todettiin, että seitsemällä toiminnanharjoittajalla ei ollut lupaa röntgenlaitteiden käyttöön tai hallussapitoon. Lisäksi todettiin, että yhdeksän luvanhaltijaa ei ollut ilmoittanut uusien röntgenlaitteiden hankinnoista STUKiin. STUK antoi tarvittavat määräykset havaittujen puutteiden korjaamiseksi ja valvoi, että kaikkien edellä mainittujen laitteiden käyttöön haettiin turvallisuushupaa tai ne liitettiin asianmukaisesti olemassa olevaan turvallisuushupaan.

## 2.3 Turvallisuushuvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

### Terveysthuolto, hammaslääketiede ja eläinlääketiede

Terveysthuollon ja eläinlääketieteen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin vuonna 2016 yhteensä 536 kappaletta. Eläinröntgentoiminnan tarkastuksia tehtiin 43. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 372 korjausmääräystä. Tarkastuksilla löydettiin 8 laitetta, joilla ei ollut laitteen käyttöön tarvittavaa turvallisuushupaa. Lisäksi tarkastuksissa havaittiin muutama tapaus, jossa kuvaushuoneen säteilysuojaukset olivat puutteelliset (tyypillisesti oven karmi). Vertailutason ylittäviä annoksia mitattiin tarkastuksilla kolme kappaletta.

Hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2016 noin 1 600 toiminnanharjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin postitse lähetettävillä testipaketeilla 1 000 intraoraaliröntgenlaitteelta. Keskimääräinen annos oli 1,2 mGy. Annos tarkoittaa posken pinnan annosta (ESD) hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 2,5 mGy ylittyi 32 kuvauslaitteella. Hammastutkimusten vertailutasot päivitettiin 2014, mikä aiheutti aiempia vuosia enemmän ylityksiä.

Tämän lisäksi tarkastettiin käyttöpaikalla 162 kappaletta tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytettävää panoraamatomografiaröntgenlaitetta. Pääosa tarkastuksilla havaituista puutteista kohdistui laadunvarmistukseen, laitteeseen, oheislaitteisiin tai tarvikkeisiin tai rekisteröintitietojen oikeellisuuteen. Vertailutason ylittäviä annoksia havaittiin tarkastuksilla 12 panoraamatomografiaröntgenlaitteella.

Tarkastusten jälkeen lähetettiin vastaaville johtajille palautekysely, jossa kysyttiin mielipidet-

tä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset koettiin hyödyllisiksi ja annetut korjausmääräykset perustelluiksi. Joissakin tapauksissa toivottiin, että tarkastus varattaisiin nykyistä pidemmällä aikavälillä. Tarkastuspöytäkirjojen sisältöön ja valmistumisnopeuteen oltiin tyytyväisiä.

## Teollisuus, tutkimus ja opetus

### Vuoden 2016 tarkastukset

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöpaikoilla tehtiin vuoden 2016 aikana 162 tarkastusta. Näiden lisäksi tehtiin 16 asiakirjatarkastusta. Vuosisuunnitelman mukaisesti määräraikaistarkastukset tehdään 2–8 vuoden välein toiminnan vaativuudesta ja laajuudesta riippuen. Lisäksi uusien turvallisuushupien toiminnat tarkastetaan ennen toiminnan aloittamista tai vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Vuonna 2016 lähes kaikki uudet luvat tarkastettiin vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Osa luvista jäi tarkastamatta, koska tarkastusajankohtaa ei saatu aikataulullisista syistä sovittua tai koska luvanhaltijalla ei ollut toimintaa vuoden 2016 aikana. Tarkastuksen ajankohdasta sovitaan yleensä etukäteen vastaavan johtajan kanssa.

Tarkastusten jälkeen vastaaville johtajille lähetettiin palautekysely, jossa kysyttiin mielipidetä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset olivat hyödyllisiä ja annetut korjausmääräykset perustelluja. Erityisen tyytyväisiä oltiin havaintojen ja niiden perusteella annettujen määräysten läpikäyntiin tarkastuksella. Joissakin tapauksissa vastaava johtaja ilmoitti, että pöytäkirja ei saapunut riittävän pian tarkastuksen jälkeen. Tarkastuksista ja tarkastajien ammattitaidosta annettiin yleisesti myönteistä palautetta.

### Vuoden 2016 tarkastuksia koskeva selvitys

STUK teki vuoden 2017 alussa selvityksen vuonna 2016 tehdyistä tarkastuksista. Tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia havaintoja tarkastuksilla tehtiin ja miten ne jakautuivat tarkastettujen toiminnanharjoittajien kesken. Lisäksi haluttiin selvittää, mitkä olivat yleisimmät havaitut turvallisuuspoikkeamat.

Säteilyn käyttöpaikalla tehdyissä tarkastuksissa havaittiin yhteensä 414 turvallisuuspoikkeamaa, joista annettiin korjausmääräys.



Poikkeamat koskivat yhteensä 125 tarkastusta (77 % tarkastetuista toiminnanharjoittajista). Turvallisuuspoikkeamia ei havaittu lainkaan 23 %:ssa tehdyistä tarkastuksista. Merkittäviä puutteita kirjattiin vuonna 2016 kolmelle tarkastukselle. Lisäksi neljällä tarkastuksella havaittiin hyviä käytäntöjä.

Suurin osa havaituista poikkeamista koski puutteita toiminnanharjoittajan käytössä olevissa säteilylähteissä (yhteensä 96 tarkastushavaintoa). Iso osa näistä poikkeamista koski puutteita varoitusmerkinnöissä (yhteensä 34 tarkastushavaintoa). Aiemmin tehdystä selvityksestä poiketen havaintoja ei kirjattu säteilylähdekohtaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastuksella kirjattiin useampaa laitetta koskeva tietyn tyyppinen havainto vain kerran. Sormisuoissa havaittiin puutteita 12:lla tarkastuksella. Tarpeettomia säteilylähteitä käyttöpaikalla tai varastossa havaittiin kahdeksalla tarkastuksella. Puuttuvaa koulutusta tai ohjeistusta koskevia poikkeamia kirjattiin yhteensä 120:lle tarkastukselle. Näistä poikkeavien tapahtumien ohjeistusta koskevia havaintoja oli 44, laitteen käyttöohjeistukseen liittyviä havaintoja 24 ja vastaavan johtajan täydennyskoulutuksen puutetta koskevia havaintoja 14. Vastaavaa johtajaa koskevia tarkastushavaintoja tehtiin yhteensä 64:llä tarkastuksella. Näistä 54 turvallisuuspoikkeamaa koski vastaavan johtajan tehtävien puutteellista määrittelyä.

## 2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

Tiedot radioaktiivisten aineiden toimituksista Suomeen tai Suomesta sekä valmistuksesta Suomessa vuonna 2016 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 6 ja 7. Taulukoiden luvut perustuvat kauppa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta kerättyihin tietoihin.

Taulukot eivät sisällä seuraavia tietoja:

- Toiminnanharjoittajien omaan käyttöön muista EU-maista hankitut ja omasta käytöstä muihin EU-maihin toimitetut radioaktiiviset aineet.
- Radioaktiiviset aineet, jotka on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.
- Umpilähteitä, joiden aktiivisuus on pienempi tai yhtä suuri kuin vapaaraja.
- Amerikiumia (Am-241) sisältävät palovaroitimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan noin 50 800 kappa-

letta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 1,6 GBq. Palovaroitimia ja -ilmaisia vietiin maasta noin 250 kappaletta, yhteisaktiivisuudeltaan noin 1,0 MBq.

- Suomeen tuodut, radioaktiivista ainetta sisältävät lamput ja sytyttimet. Joissakin erikoislampuissa ja sytyttimissä käytetään pieniä määriä tritiumia (H-3), kryptonin (Kr-85) tai toriumia (Th-232).
- Suomeen tuodut ja Suomesta viedyt avolähteet. Aktiivisuudeltaan suurimmat määrät Suomeen tuotiin seuraavia avolähteitä: Mo-99, I-131, I-123, Fe-55, Lu-177, Br-82, Co-60, P-32, Cr-51, F-18, Tl-201 ja Mn-54.

## 2.5 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2016 yhteensä 10 951 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia, kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien, tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin 70 081 kappaletta. Lukumäärään sisältyvät myös luonnonsäteilylle – radonille ja avaruussäteilylle – altistuneiden työntekijöiden annoskirjaukset.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2016 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa 100 mSv. Keskimääräiset työntekijöiden säteilyannokset olivat samaa suuruusluokkaa kuin aiempina vuosina. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) säteilyn käytössä olivat noin 1,65 Sv ja ydinenergian käytössä noin 1,81 Sv. Yhteenlaskettu annos säteilyn käytön osalta laski 4,4 % edelliseen vuoteen verrattuna. Ydinenergian käytössä yhteenlaskettu annos oli 34,2 % suurempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituudesta ja laitoksissa tehtävistä huoltotoista riippuen. Suomen ydinvoimalaitoksilla säteilytyöstä aiheutunut suurin henkilökohmainen säteilyannos oli 10,7 mSv. Viiden viimeisen vuoden aikana (2012–2016) kertynyt suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 38,7 mSv, joka aiheutui työskentelystä Loviisan laitoksella.

Terveystarkkailun toimialalla suurin syväannos (24,9 mSv) aiheutui toimenpideradiologille. Eläinlääkinnässä suurin syväannos (6,5 mSv) kirjattiin eläinlääkärille. Nämä vastaavat noin 0,8 mSv:n ja 0,2 mSv:n efektiivisiä annoksia.



Suurin syväannos (3,0 mSv) terveydenhuollossa, joka aiheutui muusta kuin röntgensäteilystä, kirjattiin röntgenhoitajalle. Teollisuudessa suurin syväannos (7,9 mSv) aiheutui merkkiainekokeita tehneelle henkilölle. Tutkimuksessa suurimmalle syväannokselle (4,7 mSv) altistui useita erityyppisiä lähteitä käyttänyt henkilö, ja radioaktiivisten aineiden valmistuksessa suurin syväannos oli 11,8 mSv.

Joissakin tehtävissä, esimerkiksi avolähteitä käsiteltäessä, työntekijät altistuvat säteilylle epätasaisesti. Tällöin esimerkiksi käsien annos voi olla huomattava, vaikka efektiivinen annos onkin melko pieni. Ihon annokselle on asetettu erillinen vuosiannosraja 500 mSv ja työntekijät käyttävät niin sanottua sormiannosmittaria käsien annoksen tarkkailemiseksi. Yhdenkään työntekijän käsien annos ei ylittänyt vuonna 2016 vuosiannosrajaa. Suurin vuosiannos oli tutkijalle mitattu 203,2 mSv. Suurimmat käsien iholle aiheutuneet annokset ovat pienentyneet terveydenhuollon ja teollisuuden toimialoilla verrattuna edellisvuoteen, kun taas tutkimuksessa ja radioaktiivisten aineiden valmistuksessa annokset ovat kasvaneet. Sormiannosmittaria käyttävien työntekijöiden määrä on myös hieman kasvanut edellisvuoteen verrattuna. Lähes kaikilla avolähteitä käsittelevistä työntekijöistä käsien ihon annos oli pienempi kuin 100 mSv.

### Radon työpaikoilla

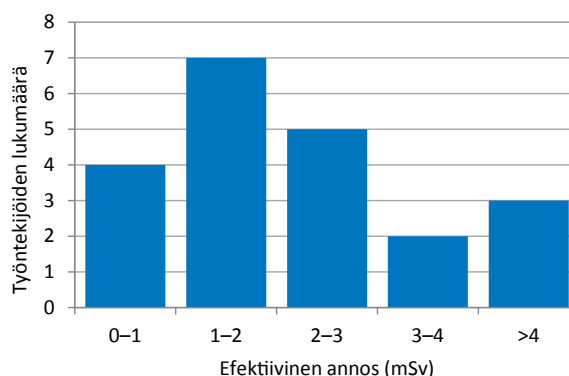
Annosrekisterin kirjataan myös luonnonsäteilylle työssään altistuneiden työntekijöiden annostietoja, vaikka näitä henkilöitä ei varsinaisiksi säteilytyöntekijöiksi luokitellakaan.

Vuoden 2016 aikana yhteensä 5 toiminnanharjoittajaa oli velvoitettu järjestämään radonaltistuksen seuranta työpaikallaan (ml. alihankkijoiden työntekijät). Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden aikana yhteensä 26 työntekijää, joiden annokset kirjattiin annosrekisteriin. Poikkeuksena oli yksi työnantaja (jolla 5 työntekijää), joka ei STUKin antamista määräyksistä huolimatta toimittanut vuoden 2016 kaikkia työaikoja STUKiin.

Vuoden lopussa altistumisen seurannassa oli enää 2 toiminnanharjoittajaa. Kahdessa kohteessa tehtiin onnistunut radonkorjaus, yhdellä työpaikalla työtilassa oleskelua rajoitettiin. Altistuksen seurannassa olleista työntekijöistä 11 osalta seu-

ranta lopetettiin vuoden 2016 aikana, koska työpaikan radonaltistus oli saatu pienemmäksi kuin toimenpidearvo.

Arvioitujen efektiivisten annosten jakautuminen altistumisen seurannassa olleissa työpaikoissa esitetään kuvassa 7. Seurannassa olleiden työntekijöiden efektiivisten annosten keskiarvo oli 2,8 mSv ja mediaani 1,8 mSv. Suurin efektiivinen annos oli 16,9 mSv. Tiedot puuttuvat viiden työntekijän osalta.

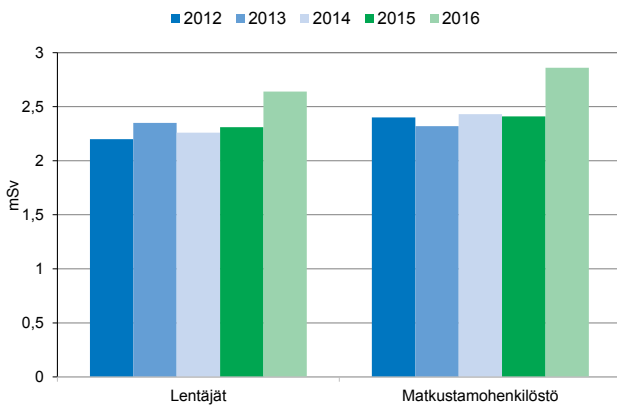


**Kuva 7.** Arvioitujen efektiivisten annosten jakautuminen korkean radonpitoisuuden vuoksi altistumisen seurannassa olleissa työpaikoissa vuonna 2016.

### Avaruussäteily

Vuodelta 2016 kirjattiin STUKin annosrekisteriin neljän lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt ohjeessa ST 12.4 asetettua 6 mSv:n raja-arvoa. Suurin henkilökohtainen vuosiannos ohjaamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä oli 5,1 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä 5,4 mSv. Ohjaamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden vuosiannosten keskiarvo oli 2,6 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden 2,9 mSv. Keskimääräiset annokset vuosina 2012–2016 on esitetty kuvassa 8.

Lentohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä oli lähes edellisvuoden tasolla, mutta työntekijöille aiheutunut kollektiivinen annos kasvoi 18,9 % edelliseen vuoteen verrattuna, mikä näkyy myös keskimääräisten annosten suurenemisena aiempiin vuosiin verrattuna. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kokonaismäärä esitetään liitteen 1 taulukossa 8.



**Kuva 8.** Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2012–2016.

Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain viiden viimeisen vuoden ajalta esitetään liitteen 1 taulukossa 9. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimialoittain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja liitteen 1 taulukossa 10. Liitteen 1 Taulukossa 11 on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2016.

## 2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyysien toteaminen

### Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK on vahvistanut säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyysvaatimukset ohjeessa ST 1.8. Vastaavan johtajan koulutusta ja pätevyyskouluteluja järjestävät koulutusorganisaatiot hakevat STUKilta hyväksyntää järjestää vastaavan johtajan kouluteluja.

Viidelle vastaavan johtajan kouluteluja ja koulutusta järjestävälle koulutusorganisaatiolle tehtiin vuonna 2016 hyväksyntäpäätös. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2016 lopussa yhteensä 17 koulutusorganisaatiolla. Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot esitetään STUKin www-sivuilla ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)).

### Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkärin pätevyys. Vuoden 2016 loppuun mennessä STUK on todennut yhteensä 473 lääkärin pätevyys terveystarkkailusta vastaavana lääkärinä

toimimiseen. Heistä 24 sai pätevyys toteamispäätöksen vuoden 2016 aikana.

### Lentotoiminnan harjoittajat

Vuonna 2016 STUK teki yhden tarkastuksen lentoyhtiöihin. Tarkastuksessa lentoyhtiön säteilyturvallisuuteen liittyvät menettelyt käytiin läpi ja annettiin tarvittavat määräykset menettelyiden muuttamiseksi, jos ne eivät olleet vaatimusten mukaisia.

### Annosmittauspalveluiden ja -menetelmien hyväksyntäpäätökset

STUK hyväksyi yhden annosmittauspalvelun ja sen käyttämän annosmittausmenetelmän. Hyväksyntä annettiin säteilytyöntekijöiden annostarkkailumittauksia tekevänä mittauspalveluna toimimiseen. Lisäksi STUK hyväksyi kolmen lentoyhtiön säteilysuojelumenettelyt sisältäen niiden käyttämät annosmäärittämenetelmät.

### Radonmittalaitteiden hyväksyntäpäätökset

Vuoden 2016 aikana tehtiin yksi radonmittausmenetelmän hyväksyntäpäätös. STUKin www-sivuilla on luettelo organisaatioista, joiden mittausmenetelmät on hyväksytty ohjeen ST 1.9 vaatimusten mukaisesti ja jotka ovat antaneet luvan julkais- ta nimensä hyväksytyjen listalla. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaite on asianmukaisesti kalibroitu.

## 2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää radioaktiivisten jätteiden kansallista pienjätevarastoa. Merkittävimpien varastos- sa olevien jätteiden määrä vuoden 2016 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 12.

## 2.8 Poikkeavat tapahtumat

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan STUKille on viivytyksettä ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauksena turvallisuus säteilyn käyttöpai- kalla tai sen ympäristössä merkittävästi vaaran- tuu. Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoa- misesta tai anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuusluvan haltijan hal- lusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeaa- vista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai

ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

STUKille ilmoitettiin 102 poikkeavaa tapahtumaa ionisoivan säteilyn käytössä vuoden 2016 aikana (osa vuonna 2016 sattuneista poikkeavista tapahtumista ilmoitettiin STUKille vasta alkuvuodesta 2017). Ilmoituksista 70 koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja 30 säteilyn käyttöä teollisuudessa tai isännättömiä säteilylähteitä. Eläinlääkinnän alalta ilmoitettiin kaksi poikkeavaa tapahtumaa. Suomessa sattuneiden poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2007–2016 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1), mukaan lukien ionisoimattoman säteilyn käytössä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.4.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan poikkeavat tapahtumat, jotka eivät edellytä turvallisuusmerkitykseltään välitöntä ilmoittamista, voidaan ilmoittaa kootusti vuosi-ilmoituksella. Vuosi-ilmoitus eroaa viivytyksettä tehtävistä ilmoituksista siten, että vuosi-ilmoituksessa ilmoitetaan vain kuhunkin tapahtumakategoriaan kuuluvien poikkeavien tapahtumien lukumäärä. Vuotta 2016 koskevia ilmoituksia saatiin 46 taholta ja niissä ilmoitettiin yhteensä 998 poikkeavasta tapahtumasta. Vuosi-ilmoituksella ilmoitettujen poikkeavien tapahtumien lukumäärät kategorioittain on esitetty jäljempänä taulukossa 1.

Jäljempänä on esitetty poikkeavia tapahtumia ionisoivan säteilyn käytössä ryhmiteltyinä säteilyn käytön mukaan. Tyypillisistä tai merkittävistä tapahtumista on esitetty tarkempi kuvaus.

## Poikkeavat tapahtumat terveydenhuollossa

### Röntgentoiminnan poikkeavat tapahtumat

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa viivytyksetä tehtyjä poikkeavien tapahtumien ilmoituksia oli 53 kappaletta, kun vuonna 2015 ilmoitettuja tapahtumia oli 35 kappaletta. Lisäksi vuosittaisten koonti-ilmoitusten yhteydessä ilmoitettiin 10 poikkeavaa tapahtumaa, jotka olisi kuulunut ilmoittaa viivytyksettä. Yleisin syy poikkeavaan tapahtumaan vuonna 2016 oli laite- tai järjestelmävikä (14 kpl) ja seuraavaksi yleisin syy oli tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe (10 kpl). Prosentuaalisesti ne vastasivat 26 % ja 19 % välittömästi ilmoitetuista poikkeavien tapahtumien ilmoituksista. Moni poikkeava tapahtuma liittyi varjoaineen käytön epäonnistumiseen ku-

vauksessa. Esimerkiksi varjoaineletku oli irronnut kesken kuvauksen tai varjoaineen ruiskutuksen ajoitus oli väärä. Suurin yksittäinen altistus potilaalle oli 24 mSv, joka aiheutui, kun potilaalle tehtiin tarpeeton vatsan alueen TT-tutkimus. Tapauksessa potilaalla oli todettu raju hemoglobiini (Hb)-arvon lasku toimenpidettä seuraavana päivänä. Tämän vuoksi potilaalle tehtiin vatsan alueen TT-tutkimus. Myöhemmin selvisi, että Hb-arvon lasku johtui virheellisesti otetusta näytteestä. Näyte otettiin virheellisesti kädestä, jossa potilaalla oli tippa. Suurin yksittäinen altistus sikiölle oli 9 mSv. Lisäksi eläinröntgentoimintaa koskien ilmoitettiin 2 poikkeavaa tapahtumaa.

### Esimerkkitapaus 1:

Sikiö altistui suunnittelemattomasti, kun potilaalle tehtiin traumaprotokollan mukainen pään-, kaularangan- ja vatsan-TT sekä thorax-rtg tehtiin ennen raskaustestin valmistumista. Myöhemmin tehdyn raskaustestin tulos oli positiivinen. Munuaistoiminnan tulos röntgenhoitajan tiedossa ennen raskaustestin tulosta. Potilas kertoi kahdesti henkilökunnan kysyessä, ettei ole raskaana. Potilaan tieto raskaudestaan oli virheellinen ja raskaustesti ei valmistunut ennen traumaperusteista TT-tutkimusta. Sikiön annos koostuu käytännössä kokonaan vatsan alueen TT-tutkimuksesta. Kohdun kohdalla tutkimuksen CTDI on 11,3 mGy. Tästä arvioitiin sikiön annokseksi noin 9 mGy.

### Esimerkkitapaus 2:

Annoskeräyksessä thorax-tutkimuksen PA-suunnan potilasannos oli suurempi kuin LAT-suunnan annos, mikä ei ole tyypillistä. Kokonaisannos on ollut noin 70 % vertailutasosta. Laitetoimittajan huollon mukaan laitteiston mitta-kammiot oli kytketty väärin. Vaikka kuvauksessa oli oikein valittu ylemmät sivukammiot, käytössä olivat alemmat sivukammiot. Vika on vaikuttanut kaikkiin sivukammioita käyttäviin tutkimuksiin, mutta muissa kuin thorax-kuvauksissa (esim. lantio, vatsa) vaikutus on ollut annoskeräysten perusteella pienempi. Oletettavasti kytkentä on ollut väärin laitteen asennuksesta alkaen. Thorax PA-suunnan annos on ollut noin kaksinkertainen verrattuna tilanteeseen, jossa kammiot olisivat toimineet oikein. Ylimääräinen annos on ollut noin 0,015 mSv kuvausta kohden. Thoraxkuvauksia on ollut vuosittain n. 2 000.

**Taulukko 1.** Terveysthuollon vuosi-ilmoituksella ilmoitetut poikkeavat tapahtumat.

Altistunut taho	Poikkeavan tapahtuman tyyppi	Syy tai tapahtumaan myötävaikuttanut tekijä	Tapahtumia vuodessa/kpl
Lähetteeseen liittyvät poikkeavat tapahtumat			
Väärä potilas	Lähetete tehty väärälle henkilölle	Inhimillinen virhe	21
		Inhimillinen virhe, lähetejärjestelmän virhealttius*) osana tapahtumaa	3
Potilas	Lähetteessä väärä tutkimus tai anatominen kohde	Inhimillinen virhe	252
		Inhimillinen virhe, lähetejärjestelmän virhealttius*) osana tapahtumaa	31
	Muu virhe lähetteessä		140
Tutkimuksen tekemiseen liittyvät poikkeavat tapahtumat			
Väärä potilas	Kuvattu väärä potilas	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu ennen tutkimusta	21
Potilas	Tehty väärä tutkimus tai kuvattu väärä anatominen kohde	Tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe	55
	Epäonnistunut tutkimus tai tutkimukseen liittyvä ylimääräinen altistus	Vialliset tai puutteelliset toimintaohjeet	11
		Tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe	131
Ylimääräinen altistus, muut tapahtumat			
Potilas	Epäonnistunut tutkimus tai tutkimukseen liittyvä ylimääräinen altistus	Yksittäinen laitevika	156
		Laitteen, oheislaitteen tai järjestelmän tms. virhealttius*) osana tapahtumaa	105
	Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	21
Potilas ja työntekijä	Lisäksi työntekijä altistunut yllä mainitun poikkeavan tapahtuman yhteydessä (kun työntekijän altistus merkityksetön)		8
Työntekijä	Työntekijän altistuminen (kun altistus merkityksetön)		11
	Muu tapahtuma:		6
Tarkoitukseton sikiön altistuminen			
Sikiö	Kuvattu raskaana oleva	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voi todentaa	2
		Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty ennen toimenpidettä	1
Läheltä piti -tilanne, joka aiheuttanut käyttöpaikalla toimenpiteitä			
	Silloin kun ei ole tarkoituksenmukaista tehdä tarkempaa ilmoitusta viranomaiselle		23
*) Virhealttiudella tarkoitetaan tässä laitteen tai järjestelmän huonoa käytettävyyttä, jolloin helposti tehtävissä oleva inhimillinen virhe johtaa ylimääräiseen säteilyaltistukseen.			

***Esimerkitapaus 3:***

Potilaalle tehtiin pään TT-tutkimus kaksi vuotta vanhalla läheteellä. Potilas ilmoittautui toimistossa ja hänet ilmoitettiin saapuneeksi vanhalla läheteellä saman päivän lähetteen sijaan. Potilaalle oli tarkoitus tehdä keuhkojen röntgentutkimus. Potilasta tutkimukseen vastaanottanut hoitaja oli nähnyt, että potilas on ilmoittautunut. Kun potilas on "ilmoittautunut"-tilassa, ei RIS-ohjelmasta näe, koska lähete on tehty, vaan vain milloin potilas on kirjattu ilmoittautuneeksi. Vastaavia läheltä piti -tilanteita oli ollut ennenkin. Ylimääräisestä TT-tutkimuksesta aiheutui arviolta 1,3 mSv:n annos.

Vuosi-ilmoituksella ilmoitetut 998 tapahtumaa jakautuivat 16 ennalta kuvatun kategorian (ks. ohje ST 3.3) lisäksi säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisiin muihin tapahtumiin ja tarkemmin määrittelemättömiin läheltä piti -tapahtumiin. Osasta tapahtumista ilmoitettiin myös lisätietoja. Ilmoitetuista tapahtumista 45 % koski läheteeseen liittyviä virheitä. Arvion mukaan tähän kategoriaan sisältyi myös läheltä piti -tilanteita eli virheellisiä läheteitä, jotka on huomattu ennen kuin ne ovat aiheuttaneet virhetilanteita kuvaus-tilanteessa. Yksittäisiä laitevikoja ilmoitettiin 156 kappaletta. Väärän potilaan kuvauksia oli 56 ja sikiön tahattomia altistuksia 3 kappaletta. Vuosi-ilmoituksia kerättiin toista kertaa ja ilmoitusten määrä kasvoi vuoden 2015 tapahtumien määrästä, joita oli 755 kpl.

### **Isotooppiyksiköissä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat**

Terveystieteiden isotooppiyksiköt ilmoittivat 13 poikkeavaa tapahtumaa. Poikkeavien tapahtumien ilmoitusten määrä on laskenut huomattavasti aikaisempiin vuosiin nähden. Vuosina 2014 ja 2015 ilmoituksia oli 34 ja 27. Ilmoitusmäärän laskusta noin puolet johtuu yhden suuren toimijan tekemien ilmoitusten vähenemisestä.

Poikkeavista tapahtumista viisi koski käyttäjän virhettä kuvantamistutkimuksen toteutuksessa. Kolmessa tapauksessa kuvantamislaitte vikaantui ja potilaan kuvaus jouduttiin toistamaan. Kahdessa tapauksessa työntekijä tai käyttötila kontaminoitui radioaktiivisesta lääkkeestä. Tapauksista yhdessätoista altistuneena oli potilas ja kahdessa tapauksessa altistui työntekijä. Suurin poikkeavasta tapahtumasta aiheutunut ylimääräinen altistus oli 17 mSv, joka aiheutui,

kun PET-TT-tutkimuksessa potilas kuvattiin virheellisillä TT:n kuvausparametreilla.

***Esimerkitapaus 1:***

PET-tutkimuksen yhteydessä tehdyssä TT-tutkimuksessa jäi laitetta käyttävältä röntgenhoitajalta liian suuri putkivirta kuvausprotokollaan. Tavanomaista huomattavasti suurempia kuvausarvoja ei havaittu ennen kuvauksen käynnistämistä. Liian suuret kuvausarvot aiheuttivat potilaalle 17 mSv:n ylimääräisen altistuksen.

***Esimerkitapaus 2:***

Hoitajan injisoidessa potilaalle fosfori 32 -hoitoa purskahti kanyylista muutama pisara radioaktiivista lääkettä. Kontaminaatiomittauksissa havaittiin, että radioaktiivista lääkettä oli useissa paikoissa hoitajan iholla ja injektiohuoneessa. Tapahtuman seurauksena hoitaja vaihtoi vaatteet ja peseytyi, tämän jälkeen kontaminaatiota havaittiin vain käsien iholla. Ihon eniten altistuneen yhden neliösenttimetrin annokseksi arvioitiin 160 mSv.

***Esimerkitapaus 3:***

Sydänperfuusion SPECT-TT-rasituskuvauksessa potilaalla oli rintaliivit, mutta lepokuvauksessa rintaliivejä ei ollut. Tästä johtuen rinnat asetui eri tavoin kuvauksissa ja vaimennuskorjaamattomat rasitus- ja lepokuvat eivät olleet keskenään vertailukelpoiset, mikä hankaloitti tutkimuksen tulkintaa. Lepokuvaus tehtiin myöhemmin uudestaan niin, että potilaalla oli samankaltainen vaatetus kuin rasituskuvauksessakin. Ylimääräisestä lepokuvauksesta aiheutui potilaalle noin 4,6 mSv:n altistus.

### **Sädehoidon poikkeavat tapahtumat**

Sädehoidosta ilmoitettiin neljä poikkeavaa tapahtumaa. Merkittävimmässä tapauksessa sappiteiden kipua lievittävässä brakyterapiahoidossa oli 6 mm:n systemaattinen kohdistusvirhe. Virhe koski klinikalla kaikkia potilaita, jotka olivat saaneet vuosina 2011–2016 sappitiehyiden sisäistä sädehoitoa. Potilaita oli yhteensä 34. Kohdistusvirhe johtui hoitolaitteeseen liittyvän adapterin puuttumisesta. Klinikan arvion mukaan kohdistusvirheen kliininen merkitys hoidetuille potilaille on ollut pieni, koska hoidon toteutuksessa on 2 cm:n marginaali.

Yhdessä tapauksessa potilaan terve jalka oli aseteltu yhdellä hoitokerralla virheellisesti jalan kipusädehoidossa. Virheellisestä asettelusta johdettua terveen jalan jalkaterä sai 9 cm:n matkalta 7 Gy:n annoksen. Lääkärin arvion mukaan terveelle jalalle ei aiheudu sen saamasta säteilyannoksesta merkittävää haittaa.

Kaksi poikkeavan tapahtuman ilmoitusta koski TT-kuvauksen käynnistymistä, kun työntekijä oli kuvaushuoneessa. Kuvaushuoneessa olleet työntekijät altistuivat vähäisessä määrin sironneelle säteilylle.

### Poikkeavat tapahtumat teollisuudessa, tutkimuksessa, opetuksessa ja kuljetuksessa

STUKille raportoitui vuonna 2016 yhteensä 29 poikkeavaa tapausta, jotka koskivat säteilyn käyttöä teollisuudessa, esim. radiografiakuvauksia tai avolähteiden käyttöä, radioaktiivisten aineiden kuljetuksia tai säteilylähteiden löytymisiä metallinkierrätysprosessissa tai muuten.

### Säteilyn käyttö teollisuudessa

Säteilyn käyttöön teollisuudessa liittyviä poikkeavia tapahtumia ilmoitettiin 8 kappaletta.

Yhdessä tapauksessa STUKin tutkimuskäytössä olleelle alfasäteilylaitteelle tehtiin käyttökunnon tarkastusta, ja todettiin laitteen plutoniumlähteen (Pu-238, 0,93 GBq) pinnan olevan vaurioitunut. Lähde irrotettaessa kontaminaatiota tarttui työtä tehneen henkilön sormiin ja niistä hänen vaatteisiinsa ja työtiloihinsa. Kontaminaation laajuus ja määrä selvitettiin mittauksin ja se todettiin melko vähäiseksi. Sen jälkeen tehtiin tarvittavat puhdistustoimet ja varmistettiin, että kontaminaatiota ei ollut enää henkilössä, laitteen käsittelytiloissa tai muualla. Lähde käsitellessä henkilön altistuminen selvitettiin koko- ja eritemittauksilla. Mittausten perusteella arvioitiin, että henkilö oli saanut hengityksen kautta noin 4,6 mSv suuruisen säteilyannoksen. Tapauksen johdosta STUK tarkensi omaa ohjeistustaan.

Suomen ainoan tunnustetun laitoksen tiloissa tapahtui maaliskuussa 2016 kontaminaatio, jossa yrityksen työtilat kontaminoituivat niin, että ne piti puhdistaa. Puhdistustyö jatkui vuoden 2017 puolelle vielä joiltain osin. Puhdistustöistä kertyneen radioaktiivisen jätteen ja kontaminoi-

tuneiden tavaroiden käsittelyä ja loppusijoitusta selvitetään vielä.

### *Esimerkkitapaus 1:*

Kemian tehtaassa työskennellyt työntekijä oli siilossa ilman, että siilon ulkopuolella olleen umpilähteen suojus oli kiinni. Umpilähteen aktiivisuus oli 3 434 MBq, ja työskentelyaika oli noin 15 min. Konservatiivisen arvion mukaan altistus oli noin 0,2–0,6 mSv.

### *Esimerkkitapaus 2:*

Kaksi teollisuuslaitoksen työntekijää altistui säiliön puhdistustöissä säteilylle. Säiliön pinnamittaukseen käytettävä säteilylähteä oli jäänyt sulke-matta ennen kuin työntekijät menivät säiliön sisälle töihin. Tapahtumassa ei noudatettu yrityksen säiliötyöohjeistusta. Työntekijät saivat enintään 2,4 µSv:n ylimääräisen säteilyannoksen. Annos jäi pieneksi, koska työ kesti vain 15 min, eivätkä työntekijät olleet koko aikaa säteilykeilassa. Tapahtuman johdosta yritys tarkensi säiliötyölu-pamenettelyjään.

### *Esimerkkitapaus 3:*

Yhdessä tapauksessa jäteasemalle toimitetussa puulaatikossa oli vaarallisten aineiden kuljetusmerkintöjä (Luokka 7). Laatikko oli tyhjä, ja pelastuslaitos kävi säteilymittarilla tarkistamassa, että laatikko ei sisältänyt radioaktiivisuutta. STUK kehotti poistamaan tarpeettomat merkinnät.

### Teollisuuden radiografiatoiminta

Vuonna 2016 STUKille raportoitui yksi teollisuusradiografiaan liittyvä poikkeava tapahtuma. Tapauksessa röntgenputken lämmityksen aikana aluetta ei oltu riittävästi rajattu eikä käytetty säteilyaukon suljinta. Lisäksi röntgenputki oli sijoitettu siten, että ulkopuoliset henkilöt altistuivat ylimääräiselle säteilyannokselle. Annokset jäivät kuitenkin pieniksi, koska henkilöillä oli käytössä säteilyhälyttimiä, ja niiden hälyttäessä he poistuvat etäämmälle. Työntekijöille aiheutuneet annokset olivat 2–80 µSv.

### Avolähteiden käyttö

STUKille raportoitui vuonna 2016 seitsemän teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen avolähteisiin liittyvä poikkeava tapahtumaa.



***Esimerkitapaus 1:***

Yksi tapahtumista koski virheellistä fluori-18 -aktiivisuuden siirtoa syklotronilta synteesilaitteelle. Tapahtuma huomattiin, kun siirto oli kestänyt poikkeuksellisen pitkään. Osoittautui, että fluori oli päätnyt tuotantolaboratorion synteesilaitteeseen sijasta tutkimuslaboratorion avoimeen lyijytettyyn laitekaappiin. Työntekijöille ei aiheutunut välitöntä vaaraa tilanteesta säteilymonitorointijärjestelmien ansiosta. Tilamonitorointijärjestelmän hälyttäessä kohonneesta annosnopeudesta työntekijät poistuivat välittömästi tilasta ja kumulatiivinen annos työntekijöille jäi vähäiseksi. Tapahtumasta tehtiin laatupoikkeama ja tapahtuma käsiteltiin toiminnanharjoittajan laatujärjestelmän mukaisesti ja siitä tehtiin ilmoitukset STUKin lisäksi Valviralle. Tapahtumasta informoitiin välittömästi myös laitetoimittajaa ja pyydettiin selvitystä vikatilanteesta.

**Radioaktiivisten aineiden kuljetus**

STUKille raportoitiin vuonna 2016 neljä radioaktiivisten aineiden kuljetukseen liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Kolmessa oli kyse kollin vahin-

goittumisesta kuljetuksen aikana ja yhdessä kuljetusauto suistui tieltä. Kaikissa tapauksissa kollit tai niiden sisäpakkaukset säilyivät ehjinä.

**Säteilylähteiden katoaminen**

Toiminnanharjoittajan tiloista varastettiin kaksi akkukäyttöistä pulssimaista röntgensäteilyä lähettävää läpivalaisulaitetta. Laitteet kuitenkin löydettiin ja palautettiin omistajalleen.

**Löytyneet säteilylähteet**

Vuoden 2016 aikana STUKiin ilmoitettiin kahdeksan tapahtumaa, joissa kierrätysmetalliyrityksen tai terästehtaan säteilyvalvontamittarit olivat havainneet radioaktiivista ainetta. Näistä kahdessa tapauksessa kierrätysmetallin joukosta löytyi säteilylähde. Toisessa näistä tapauksista säteilylähde (Cs-137, referenssiaktiivisuus 19 GBq) oli peräisin Ruotsista. Lähteen omistaja selvitettiin yhteistyössä Ruotsin säteilysuojeluviranomaisen (SSM) kanssa ja lähde palautettiin Ruotsiin. Kahdessa tapauksessa toiminnanharjoittajan tiloista löytyi umpilähde. Yhdessä tapauksessa konkurssipesästä löytyi luvittamaton läpivalaisulaite.

## 3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

Tässä kappaleessa kuvataan maaperästä peräisin olevan luonnonsäteilyn ja siihen liittyvän toiminnan valvontaa.

### 3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla

Koska radonmittauskausi osuu molemmiin puolin vuodenvaihdetta ja radonpurkin tilauksen ja tuloksen lähettämisen välillä on 2–4 kuukauden viive, radonpurkkimittauksiin liittyvien tilausten ja tulosten lukumäärä on eri. Radonmittauksia tehdään STUKissa sekä muualla, ja radonpitoisuudet kirjataan STUKin kansalliseen radontietokantaan (RAMI). Muualla mitattuja 400 Bq/m<sup>3</sup> pitoisuuden alittaneita työpaikkojen radonpitoisuuksia ei ole juuri ilmoitettu STUKiin.

Radonpitoisuuteen liittyviä tarkastuksia tehtiin lähes 900 kpl (=lähetettyjen pöytäkirjojen lukumäärä). Tarkastuskohteita (= työpaikka tai erillinen rakennus) oli noin 850, joissa tehtyjä radonpitoisuusmittauksia on kirjattu RAMI-tietokantaan yhteensä lähes 3 000 kpl. Näistä reilut 2 000 oli STUKin radonpurkkimittauksia. STUK teki 10 ja muut toimijat tekivät 26 työnaikaisen radonpitoisuuden mittausta jatkuvatoimilla mittareilla.

Tavanomaisilla työpaikoilla tehdyissä radonpitoisuuden pitkäaikaisissa mittauksissa nykyinen toimenpidearvo 400 Bq/m<sup>3</sup> ylittyi 7 %:ssa ja 300 Bq/m<sup>3</sup> 10 %:ssa mittauksista. Työnantajien ilmoitusten mukaan yli 1 000 työntekijää olisi työskennellyt vuoden 2016 lopussa työtilassa, jossa 400 Bq/m<sup>3</sup> radonpitoisuus ylittyy. Vastaava luku 300 Bq/m<sup>3</sup> ylityksissä oli lähes 1 300 työntekijää.

Tavanomaisilla työpaikoilla työaikainen radonpitoisuuden vuosikeskiarvo 400 Bq/m<sup>3</sup> ylittyi noin 15 %:ssa mitatuista työpaikoista, jotka tulivat STUKin tietoon (kuva 9). Toimenpidearvon ylityksistä STUK antoi lähes 130 työpaikalle määräyk-

siä lisäselvityksistä tai radonaltistumisen vähentämisestä. Vuoden lopussa toimenpidearvon ylitti vielä noin 90 työpaikkaa. Työnantajien ilmoitusten mukaan yli tuhat työntekijää olisi työskennellyt vuonna 2016 työtilassa, jossa radonpitoisuus 400 Bq/m<sup>3</sup> ylittyi. STUK valvoo, että näilläkin työpaikoilla radonaltistuminen saadaan pienennettyä mahdollisimman pian.

Jos korjaavien toimenpiteiden jälkeenkään työpaikan radonpitoisuutta ei saada pienennettyä, sinne määrätään radonaltistumisen seuranta. Altistumisen seurannassa oli vuonna 2016 viisi toiminnanharjoittajaa. Vuoden lopussa altistumisen seurannassa oli enää 2 toiminnanharjoittajaa. Kahdessa kohteessa tehtiin onnistunut radonkorjaus, ja yhdellä työpaikalla työtilassa oleskelua rajoitettiin.

### 3.2 Radon maanalaisilla kaivoksilla ja louhintatyömailla

Maanalaisten kaivosten radonaltistus tarkastettiin asetettujen tavoitteiden mukaisesti, tarkastusväli on pääsääntöisesti kaksi vuotta. Lisäksi tarkastettiin kaikki STUKille säteilyasetuksen 29 §:n mukaisesti ilmoitetut pitkäkestoiset maanalaiset louhintatyömaat. Kaivoksissa ja maanalaisilla louhintatyömailla tehtiin 28 radontarkastusta 18 eri kohteessa.

Radonpitoisuuden todettiin olevan yli 400 Bq/m<sup>3</sup> kolmella louhinta- ja rakennustyömaalla. STUK antoi määräykset radonpitoisuuden pienentämiseksi näillä työmailla. Kaikilla työmailla työpisteiden radonpitoisuutta onnistuttiin pienentämään alle 400 Bq/m<sup>3</sup>. Yhdessä kaivoksessa radonpitoisuuden todettiin olevan 400 Bq/m<sup>3</sup>, mutta kaivos ei silloin ollut toiminnassa. Kohteeseen määrättiin uusi tarkastus seuraavan louhintajakson alkuun.



### 3.3 Rakennusmateriaalien radioaktiivisuus

STUK valvoo rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Talonrakennustuotantoon käytettävistä rakennusmateriaaleista väestölle aiheutuvan säteilyaltistuksen toimenpidearvo on 1 mSv vuodessa. Rakennustuotantoon tarkoitetun rakennusmateriaalin radioaktiivisuutta koskevia valvontamitauksia tehtiin yhteensä 76 kappaletta. Näistä selvitystä edellyttäviä tarkastuspöytäkirjoja tehtiin yhteensä 12. STUKiin toimitettujen selvitysten mukaan yhtään toimenpidearvon ylitystä ei ollut. Rakennusmateriaalien aktiivisuusmittaukset ovat lisääntyneet rakennustuoteasetuksen myötä, joka astui voimaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetus tekee CE-merkinnästä pakollisen myös Suomessa kaikille niille markkinoille saatetuille rakennustuotteille, jotka kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Eurooppalainen standardisointijärjestö CEN laatii harmonisoidut tuotestandardit.

### 3.4 Talousveden radioaktiivisuus

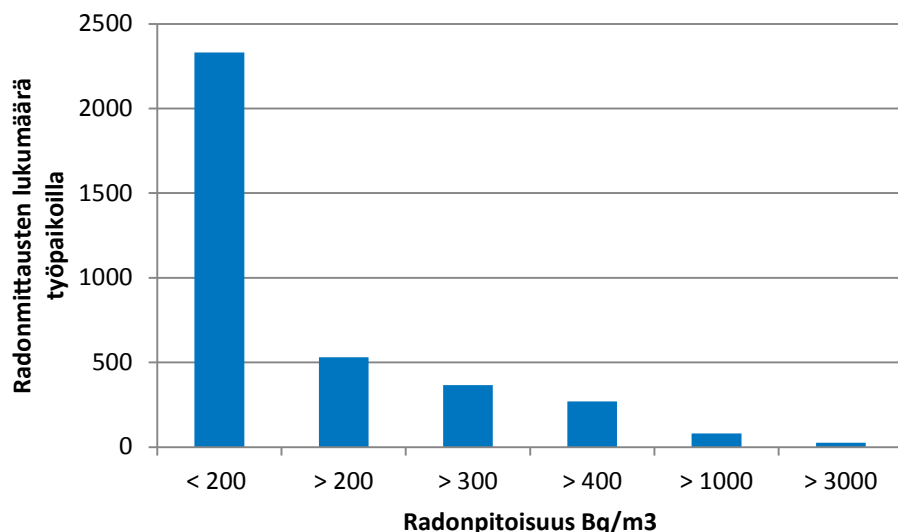
Talousveden radioaktiivisuuden valvontasäännökset muuttuivat vuonna 2016 ja talousveden radioaktiivisuutta valvottiin laajemmin ja systemaatisemmin. Talousveden sisältämien radioaktiivis-

ten aineiden aiheuttama annos saa olla enintään 0,3 mSv vuodessa (ruuan ja juoman mukana saatu annos). Talousveden radioaktiivisuutta mitattiin noin 600 vedenottamon vedestä, jotka sisältävät vesilaitoksia ja julkisia tiloja. Noin kymmenessä kohteessa radioaktiivisuus, pääosin radonpitoisuus, ylitti toimenpidearvon ja toiminnanharjoittaja ryhtyi toimenpiteisiin radioaktiivisuuden pienentämiseksi juomavedessä.

### 3.5 Muu luonnonsäteilyn valvonta

STUK on valvonut Talvivaaran kaivoksen ympäristön radioaktiivisuutta säännöllisillä 3–4 kertaa vuodessa tehtävillä näytteenotoilla. Valvonnassa kohonneita, yli 100 mikrogrammaa litrassa, uraanipitoisuuksia on havaittu lähinnä kaivosalueen vesistöissä kuten avolouhoksessa ja Salmisessa. Kaivosalueen ulkopuolisten vesistöjen pintavesissä pitoisuudet ovat niin pieniä, että niillä ei ole säteilysuojelullista merkitystä ihmiselle, eläimille tai ympäristölle. Näin pienistä pitoisuuksista ei aiheudu ihmisille terveyshaittaa. Tällä hetkellä säteilyn suhteen ei ole rajoituksia alueen ympäristön luonnontuotteiden sekä elintarvikkeiden käytölle.

Ympäristövalvonnan lisäksi on osallistuttu erilaisiin kaivostoimintaa koskevien lausuntojen laatimiseen ja annettu luonnonsäteilyyn liittyvää säteilysuojeluohjeistusta.



Kuva 9. Työpaikkojen radonmittausten pitoisuuksien jakauma eri pitoisuuksina v. 2016.

## 4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

### 4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. Näkyvän valon erikoistapauksena on koherentti valo eli lasersäteily. Ionisoimattoman säteilyn käyttö edellyttää ennakotarkastuksen vain eräissä erikoistapauksissa, kuten käytettäessä suuritehoisia lasereita yleisesityksissä. Muilta osin STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö (NIR-yksikkö) suorittaa markkinavalvontaa laitteille ja toiminnoille, jotka aiheuttavat väestön altistumista ionisoimattomalle säteilylle. Markkinavalvonta kohdistuu seuraaviin toimintoihin:

- solariumpalvelut
- kuluttajakäyttöön tarkoitetut laserlaitteet
- langattoman viestinnän päätelaitteet ja suuritehoiset radiolähettimet, jotka aiheuttavat väestön altistumista
- ionisoimatonta säteilyä hyödyntävät kosmetiset hoitolaitteet ja niiden käyttö palvelutoiminnassa.

Valvonnan lisäksi STUK opastaa sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 294/2002 matalataajuuksisten sähkö- ja magneettikenttien suositusarvojen soveltamisessa esimerkiksi voimajohtojen osalta ja hyväksyy puolustusvoimien radio- ja tutkalaitteiden käytön tarkastuksissa ja valvonnassa käytettävät menetelmät ja ohjeet.

NIR-yksikön suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2007–2016 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 13–16. Vaarallisia lasereita on löydetty jonkin verran, mutta esimerkiksi osoitinlasereita on ollut kaupan edellisiä vuosia vähemmän. STUK puuttui vuoden 2016 aikana yhteensä 18 kertaa vaarallisen laitteen kauppaan ja kerran efektilaserin luvattomaan käyttöön. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä viranomaisen lausunto- ja tietopyyntöjä on tullut STUKille

edellistenvuosien tapaan runsaasti. Erityisesti voimajohtohankkeista on pyydetty usein STUKin lausuntoa.

Ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa tehtiin tehostetusti säteilyä hyödyntävien kauneushoitopalvelujen sekä solariumpalveluiden tarjoajille. Turvallisuuteen vaikuttavia puutteita havaittiin näissä varsin paljon.

Kuluttajatuotteiden valvonnassa haasteena on Internet-kaupan lisääntyminen siten, että kuluttaja tilaa tuotteen suoraan EU:n ulkopuolelta. Lisäksi esimerkiksi suuritehoisten laserien hinnat ovat laskeneet merkittävästi tekniikan kehityksen seurauksena ja perinteisten merkkituotteiden rinnalle on tullut moniin tuoteryhmiin merkittämiä halpamalleja. STUK seurasi tilannetta aktiivisesti ja havaitsi myönteisenä kehityksenä, että vaarallisia osoitinlasereita löytyi aiempaa vähemmän. Testattujen matkapuhelinten ja tablettitietokoneiden joukosta löytyi sitä vastoin useita vaatimustenvastaisia tuotteita. Vakavia puutteita turvallisuudessa ei kuitenkaan havaittu. Perinteisen kaupan ja kotimaisen Internet-kaupan myymien tuotteiden säteilyturvallisuuden ja vaatimustenmukaisuuden voidaan arvioida olevan hyvällä tasolla.

Valvontatehtävien lisäksi STUK vaikuttaa aktiivisella viestinnällä UV-säteilyn haitallisten vaikutuksen vähentämiseksi ja osallistuu asian tuntijana sähkömagneettisten kenttien terveysvaikutusten ympärillä käytävään keskusteluun. Etenkin matkapuhelinten tukiasemia ja langattomia verkkoja kohtaan tunnettu huoli on näkynyt STUKille tullessa kansalaiskyselyissä ja tietopyyntöissä.

### 4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta

Solariumlaitteita ja niiden käyttöpaikkoja valvotaan yhteistyössä kuntien terveydensuojeluviranomaisten kanssa 1.7.2012 voimaan tulleen säteily-

lain muutoksen perusteella. Terveystarkastajat tekevät tarkastuksia terveydensuojelulain mukaisen valvonnan yhteydessä ja toimittavat havainnoista raportin STUKille päätettäväksi. Lisäksi STUK tekee omia tarkastuksia tarpeen vaatiessa.

Itsepalvelusolariumit kieltävän lakimuutoksen (säteilylain 44 §) siirtymäaika päättyi 1.7.2015. Vaatimuksen noudattamisessa havaittiin 2016 edelleen paljon puutteita ja tehostettua valvontaa jatkettiin. Solariumyrityksiin tehtiin yhteensä 55 tarkastusta kuntien terveydensuojeluviranomaisten toimesta. Lisäksi kahdeksaa solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella. Näistä 4 tarkastettiin paikan päällä (liite 1, taulukko 15). 48 %:ssa valvonnan kohteena olleista käyttöpaikoista ei ollut läsnä lain vaatimaa vastuuhenkilöä solariumlaitteiden aikana käyttöoloaikoina. 21 % paikoista havaittiin vakavampia turvallisuuteen vaikuttavia teknisiä puutteita ja 31 % paikoista lievempiä muita puutteita. Yleisimmät puutteet olivat käyttöohjeissa ja ajastimien asetusajoissa.

### 4.3 Laserien valvonta

Kuluttajakäyttöön tarkoitettuja laserlaitteita valvotaan perinteisen kaupan ja Internet-kaupan markkina- ja valvontana. Lisäksi valvotaan suuritehoisten lasereiden käyttöä yleisöesityksissä.

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa puututtiin 19 kertaa laserlaitteen myyntiin tai käyttöön. 18 tapausta liittyi laserlaitteen myyntiin kuluttajien väliseen kauppaan keskittyvillä Internet-sivustoilla ja yksi tapaus markkinoilta löytyneeseen laitteeseen, jossa oli puutteelliset merkinnät. Käyttö kiellettiin tapauksessa, jossa STUKin tarkastaja havaitsi yleisölle avoimeen tilaan suunnatun luvattoman suuritehoisen laserin Helsingin asematunnelissa. Laitetta käyttänyt kauppias poisti laitteen käytöstä välittömästi eikä vahinkoja tietävästi syntynyt.

Ilmoituksia yleisötilaisuuksissa käytettävistä lasereista tehtiin 39, joista STUK tarkasti käyttöpaikalla yhteensä 11 esitystä. Tarkastuksissa turvallisuus ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia. Yhdessä esityksessä käytetyt efektit jouduttiin kieltämään STUKille toimitetun suunnitelman perusteella vaarallisina. Laseresityksiä oli vuonna 2016 Suomessa enemmän kuin koskaan aiemmin.

Yhteenvedo lasertarkastuksista on esitetty liitteessä 1, taulukossa 13.

### 4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

STUK testasi langattomien päätelaitteiden markkina- ja valvonnassa 11 tuotetta (liitteen 1 taulukko 16). Valvonta keskittyi Suomen markkinoilla uudempiin merkkeihin. Kohteiksi valittiin puhelimia sekä taulutietokoneita. Edellisen vuoden tapaan laitteissa havaittiin puutteita muun muassa merkinnöissä. Säteilysturvallisuuteen vaikuttavia puutteita ei havaittu. Vaatimustenvastaisista laitteista ilmoitettiin Viestintävirastolle.

Matkapuhelinten tukiasemia valvottiin kansallisyhteydenottoihin perustuvilla alustavilla turvallisuus selvityksillä. Kaikki tukiasemat todettiin turvallisesti ja vaatimusten mukaisesti asennetuiksi.

### 4.5 Kosmeettisten NIR-sovellusten valvonta

Kosmeettisia hoitoja tarjoavia yrityksiä valvottiin laajana kampanjana vuonna 2016. STUK selvitti toiminnan vaatimusten mukaisuutta 27 toiminnanharjoittajan kanssa. Lisäksi STUK järjesti keskustelutilaisuuden alan toiminnanharjoittajille, tiedotti aktiivisesti vaatimuksista ja kehitti menetelmiä laitteiden turvallisuuden arvioimiseksi. Suurimmassa osassa selvitetystä tapauksesta toiminta ei ollut säteilylain vaatimusten mukaista ja alan tietoisuus vaatimuksista todettiin heikoksi.

### 4.6 Muut tehtävät

Voimajohtohankkeista ja voimajohtojen läheisyyteen suunnitelluista asemakaavoista pyydettiin aktiivisesti STUKilta lausuntoa. Lausuntoja hankkeista annettiin yhteensä 7 kappaletta. STUK toteutti vuonna 2016 myös kattavan selvityksen voimajohtojen sähkökentistä sekä ultraäänen turvallisuudesta.

Muista ionisoimattomaan säteilyyn liittyvistä asioista annettiin kaksi lausuntoa. Aiheina olivat muiden hallinnonalojen lainsäädäntöhankkeet.

### 4.7 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2016 STUKin tietoon tuli kolme ilmoitusta *ionisoimattoman* säteilyn aiheuttamista tapahtumista, jotka vaativat välittömiä toimenpiteitä.

Yhdessä tapauksessa koululainen osoitteli toista oppilasta suuritehoisella laserlaitteella. Poliisi pyysi STUKilta arvion tapauksesta. Silmävauriota ei tiettävästi syntynyt, mutta laite oli STUKin arvion mukaan hyvin vaarallinen. Toisessa tapauksessa kauneushoitokäsittelyssä käytetty radiotaajuista säteilyä tuottava hoitolaite aiheutti palovamman asiakkaalle. Tapauksen selvittäminen on kesken. Kolmannessa tapauksessa STUKin tarkastaja havaitsi yleisölle avoimeen tilaan suun-

natun luvattoman suuritehoisen laserin Helsingin asematunnelissa. Laitetta käyttänyt kauppias poisti laitteen käytöstä välittömästi eikä vahinkoja tiettävästi syntynyt. Laitteen laserit olisivat STUKin arvion mukaan aiheuttaneet silmään osuessaan hyvin todennäköisesti vaurioita.

Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2007–2016 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1; ks. myös kohta 2.9 poikkeavista tapahtumista ionisoivan säteilyn käytössä).

## 5 Säännöstötyö

### ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita. Ohjeet käännetään myös ruotsiksi ja englanniksi.

Vuonna 2016 päivitettiin ja julkaistiin seuraavat ohjeet:

- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja säteilysuojelukoulutus
- ST 1.9 Säteilymittaukset
- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa
- ST 6.1 Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä.

Valmisteilla olevia ohjeluonnoksia on voinut kommentoida STUKin [www-sivuilla](#) olevan ohjeistoextranet -palvelun välityksellä. Palvelua käytettäessään ulkopuoliset kommentoijat voivat nähdä myös toistensa kommentit. Myös kansalaiset pääsevät palvelun kautta näkemään valmisteilla olevat ST-ohjeet ja voivat antaa niistä palautetta STUKille.

### Muu säännöstötyö

EU:n uusi säteilyturvallisuusdirektiivi (2013/59/Euratom, BSS-direktiivi) vahvistettiin 5.12.2013 ja se on toimeenpantava kansallisessa lainsäädännössä 6.2.2018 mennessä. Toimeenpanon yhteydessä tehdään Suomessa säteilylainsäädännön kokonaisuudistus. STM asetti säteilylainsäädännön kokonaisuudistusta ja säteilyturvallisuutta koskevan direktiivin toimeenpanoa koordinoivan ohjausryhmän tammikuussa 2015 ja direktiivin asiakokonaisuuksia käsittelevät alatyöryhmät maaliskuussa 2015.

Vuonna 2016 STUKin valmisteli uuden säteilylain pykäläluonnokset ja niitä käsiteltiin STM:n

asettamassa säteilylainsäädännön valmistelua ja säteilyturvallisuusdirektiivin toimeenpanoa koordinoivassa ohjausryhmässä ja sen alatyöryhmissä STUKin projektisuunnitelman mukaisesti. STUK luovutti STM:lle ehdotuksensa uudeksi säteilylaiksi 9.5.2016. Tämän jälkeen STUK valmisteli STM:n kanssa yhteistyössä hallituksen esityksen uudeksi säteilylaiksi, jonka STM lähetti ulkoiselle lausunnonle 23.11.2016–15.1.2017 väliseksi ajaksi. Esitys on ollut myös STM:n [www-sivuilla](#) kansalaisten kommentoitavana. Lausuntojen perusteella laki viimeistellään ja lisäksi lain nojalla annettavat asetukset ja STUKin määräykset valmistellaan vuoden 2017 aikana.

Uudella säteilylailla ja sen nojalla annettavilla alemman tason säädöksillä pannaan täytäntöön ionisoivaa säteilyä koskevat EU:n säteilyturvallisuusdirektiivin vaatimukset ja uudistetaan ionisoimatonta säteilyä koskevat säännökset. Hallituksen esitykseen liittyy myös useiden liitännälakien muutoksia. Uudistuksen keskeinen periaate on se, että viranomaisvalvontaa kohdennetaan entistä tarkemmin sinne, missä säteilyriski on suurin. Uusi laki antaa uudet raamit säteilyn turvalliselle käytölle. Yhteiskunnan kannalta merkittävät ja yksilön oikeuksia rajoittavat vaatimukset siirretään perustuslain edellyttämällä tavalla lakiin. Vähemmän merkittävistä asioista säädetään asetuksissa ja viranomaisen oikeuksista antaa määräyksiä säädetään täsmällisesti ja tarkkarajaisesti.

Säteilylainsäädännön kokonaisuudistus on laaja hanke ja se edellyttää yhteistyötä useiden ministeriöiden toimialalla. Uudistustyöhön on osallistunut asiantuntijoita ministeriöistä, keskusvirastoista, työmarkkinajärjestöistä, koulutusorganisaatioista sekä säteilytoiminnan harjoittajista yli 100 henkilöä.

STUK valmisteli yhteistyössä STM:n kanssa hallituksen esityksen laiksi lääkärin hyväksymi-

sestä luokkaan A kuuluvien säteilytyöntekijöiden terveydentilan seurannan suorittavaksi lääkäriksi ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi. Presidentti vahvisti lain (170/2017) 24.3.2017 ja se tulee voimaan 1.6.2017. Lailla toimeenpannaan säteilyturvallisuusdirektiivin vaatimukset kyseisten lääkäreiden pätevyyden hyväksymisestä ja siirretään lääkäreiden hyväksyminen STUKista Valviraan lain voimaantulopäivämäärästä alkaen.

## 6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa uutta tietoa säteilyn esiintymisestä, säteilyn mittaamisesta, säteilyn haittavaikutuksista ja niiden torjumisesta sekä säteilylähteiden ja säteilyn käyttömenetelmien turvallisuudesta ja optimoidusta käytöstä. Tutkimus tukee säteilyn käytön viranomaistoimintaa, mittanormaalitoimintaa ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

Säteilyn käyttöön liittyvän tutkimuksen tavoitteena on lisäksi parantaa tietämystä ja asiantuntemusta säteilyn käytössä ja varmistaa luotettava säteilyn mittaaminen. Ionisoivan säteilyn tutkimuksesta pääosa liittyy säteilyn lääketieteelliseen käyttöön ja painottuu potilaan säteilyturvallisuuteen. Tutkimustyölle on jatkuva tarve tutkimus- ja hoitomenetelmien nopean kehityksen vuoksi. Ionisoimattoman säteilyn tutkimus keskittyy valvonnassa ja säännösten kehityksessä tarvittaviin altistumisen määrittämismenetelmiin.

STUK on toiminut aktiivisesti kotimaisen säteilyturvallisuustutkimuksen osaamispuhjan laajentamiseksi. STUK ja yhdeksän suomalaista yliopistoa perustivat STUKin koordinoiman Säteilyturvallisuustutkimuksen yhteenliittymän lokakuussa 2015. Yhteistyötä tiivistämällä yhteenliittymän tavoitteena on turvata korkeatasoisen säteilyturvallisuustutkimuksen jatkuminen Suomessa. Yhteenliittymän perustaksi laadittiin ja julkaistiin kesäkuussa kansallinen ohjelma, jossa kuvataan keskeiset tiedon tarpeet. Vuoden 2016 aikana STUK valmisti liittymistä sopimukseen Fysiikan tutkimuslaitoksesta. Sopimus mahdollistaa entistä tiiviimmän yhteistyön säteilyturvallisuustutkimuksessa ja joustavamman tutkimusresurssien käytön.

Myös yliopisto- ja yliopistosairaalapartnereita on rohkaistu osallistumaan säteilyturvallisuuteen ja säteilymetrologiaan liittyviin kansainvälisiin tutkimuskonsortioihin ja rahoitushakuihin.

Tutkimus- ja kehitystyötä tehtiin seuraavissa projekteissa:

STUK osallistui EURADOS-työryhmien 2 (Harmonisation of individual monitoring), 7 (Internal dosimetry), 9 (Radiation dosimetry in radiotherapy) ja 12 (Dosimetry in medical imaging) toimintaan. EURADOS-työ keskittyi työntekijöiden annosmittausmenetelmien arviointiin ja kehittämiseen, potilasdosimetrian menetelmien kehittämiseen toimenpideradiologiassa ja kardiologiassa sekä kuvantamisen laskennalliseen dosimetriaan. Potilasdosimetrian osalta selvitettiin erityisesti mahdollisuutta asettaa hälytysrajat, joilla seurattaisiin potilaan ihoannosta siten, ettei annos ylitä ihovaurion riskirajaa. Hälytysrajoja koskeva ehdotus valmisteltiin ja julkaistaan vuonna 2017. EURADOS-yhteistyönä valmisteltiin hanketta, jossa selvitetään sädehoidon kuvantamisesta aiheutuvia potilasannoksia. STUK osallistuu potilasannosten laskennalliseen määrittämiseen.

EU:n rahoittamassa EURALOC-projektissa STUK teki kardiologien silmäannosmittauksia kotimaisissa sairaaloissa. Tutkimuksen koko aineisto on kerätty. Tutkimukseen osallistui 274 työssään säteilylle altistunutta kardiologia ja 128 altistumatonta vertailuhenkilöä yhdeksästä Euroopan maasta. Lisäksi aineistoon yhdistetään aiemmin toteutetut suomalainen ja ranskalainen tutkimus. Tutkittaville on tehty silmälääkärin tutkimus, jossa arvioitiin linssin samentumia. Lisäksi otettiin kuva linssistä ja osalle myös linssin läpäisevyysmittaus. Silmäannoksia on arvioitu työhistorian (tehtyjen eri tutkimustyyppien määrien) perusteella. Projekti päättyi vuonna 2017.

STUK julkaisi raportin terveydenhuollon säteilyn käytöstä (röntgendiagnostiikka ja toimenpideradiologia) Suomen väestölle aiheutuvasta säteilyannoksesta, joka perustui vuonna 2008 Suomessa tehtyjen radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden lukumäärään. Raportissa todettiin, että kaikista röntgentutkimuksista ja toimenpiteistä yhteensä väestölle aiheutunut kol-



lektiivinen efektiivinen annos vuonna 2008 oli noin 2 397 000 mSv eli 0,45 mSv väestön yksilöä kohden. Tietokonetomografiatutkimukset ovat ylivoimaisesti merkittävin tutkimusryhmä väestön säteilyannoksen kannalta ja niiden osuus väestön kokonaisannoksesta oli noin 58 %.

STUK toteutti STM:n osittain rahoittaman hankkeen ultraäänialtistuksen rajoittamisesta, jossa selvitettiin ultraäänen käyttösovelluksia ja turvallisuuskysymyksiä osana säteilylain uudistuksen valmistelua. Selvityksen tulosten perusteella laadittiin ehdotus ei-lääketieteellisten ultraäänisovellusten aiheuttaman altistumisen rajoittamiseksi. Hankkeen loppuraportti jätetään sosiaali- ja terveysministeriölle tammikuussa 2017.

STUK selvitti voimajohtojen läheisyydessä vaikuttavia sähkökenttiä analyttisesti ja maastomittauksin. Selvityksen tuloksia hyödynnetään erityisesti säteilylain kokonaisuudistushankkeessa. Tulokset julkaistaan STUK-TR-raporttina alkuvuodesta 2017.

STUK osallistui ERASMUS+-rahoitteeseen EBreast-hankkeeseen, jonka päätehtävänä on kartoittaa ja kehittää rintasyövän hoitoketjuun osallistuvan henkilöstön koulutusta syövän varhaisesta havaitsemisesta seurantaan. STUKin tehtävänä on säteilyturvallisuus- ja laadunvarmistusosaamisen lisääminen mammografiaseulonnoissa ja kliinisissä mammografioissa. Hanke päättyy vuonna 2018.

STUK arvioi isotooppilääketieteessä altistuvan työntekijäryhmän silmäannoksia termoluminesenssin avulla. Tuloksia hyödynnetään käytännön säteilyvalvontatyössä ja henkilökunnan säteily-suojelussa. Mittaukset valmistuvat vuoden 2017 aikana

### **Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research)**

EU:n rahoittamassa MetroNORM-hankkeessa (Metrology for processing materials with high natural radioactivity) kehitetään tarkkoja, jäljitettäviä ja standardoituja menetelmiä ionisoivaa säteilyä lähettävien luonnon radioaktiivisten aineiden mittaamiseksi laboratorioissa, säteilyn monitorointipaikoilla ja kentällä. STUK osallistuu hankkeessa valmistettavien kalibrointi- ja referenssinäytteiden standardisointiin sekä uudenlaisen

mittalaitteen rakentamiseen alfasäteilyn havaitsemiseksi erilaisilta pinnoilta kenttä- ja laboratorio-olosuhteissa. Mittalaite soveltuu käytettäväksi myös poikkeavissa säteilytilanteissa, jolloin aikaa vieviä radiokemiallista näytteenkäsittelyä ei tarvita. Vuonna 2016 päättynyt hanke on STUKin osalta toteutunut suunnitellusti.

Perfuusiokuvantamisen dosimetrian hanke käynnistyi kesällä 2016. STUK osallistuu potilas-kohtaisen TT-dosimetrian kehittämiseen yhdessä saksalaisen PTB:n ja Helsingin yliopiston kanssa, tarkoituksena kehittää sekä mittaus- että laskennallisia menetelmiä, joita voidaan hyödyntää päivittäisessä potilastyössä.

STUK osallistui vuoden 2016 Normative-hakuun, jossa saatiin hyväksytyksi hanke sädehoidon dosimetrian kehittämiseen (ionisaatiokammioiden vasteen tarkastelu moderneissa sädehoitokeiloissa). Hanke alkaa toukokuussa 2017 ja on kaksivuotinen.

### **Potilaan ihoannos ja henkilökunnan annokset toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa**

STUK teki kotimaisten yliopisto- ja keskussairaaloiden kanssa mittauksia potilaiden säteilyaltistuksesta, sisältäen myös potilaan ihoannosten mittauksia, ja henkilökunnan altistuksesta kardiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Tulosten perusteella päivitettiin kardiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden vertailutasot loppuvuodesta 2016. Kattavien mittauksen ansiosta vertailutasoja pystyttiin antamaan tutkimuksille ja toimenpiteille, joille kansainvälisestikin on hyvin vähän asetettu vertailutasoja. Selvitys laajennettiin kattamaan 12 Euroopan maata (EURADOS-yhteistyönä). Kansainvälisen projektin tulokset julkaistaan vuonna 2018.

STUK on osallistunut myös EURADOS-yhteistyöhön, jossa on kehitetty potilaan ihoannoksen mittaamenetelmiä toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa. Yhtenä tavoitteena on tutkia, voidaanko ihoannokselle asettaa yhteiseurooppalainen hälytysraja, jotta potilaan ihovaurioilta vältytään. Projektin tulokset on lähetetty julkais-tavaksi.

EURALOC-projektissa STUK on tehnyt kardiologien silmäannosmittauksia kolmessa kotimaises-sa sairaalassa. STUK osallistui myös kardiologien kaih-riskin selvittämiseen.



### Muu tutkimustoiminta

Yhteistyössä Fysiikan tutkimuslaitoksen kanssa on selvitetty erityyppisten paikkaherkkien ilmaisimien vastetta suurilla annosnopeuksilla fotonikeiloissa. Kyseessä on esiselvitys vuonna 2017 alkavaan projektiin, jossa kehitetään sädehoidon reaaliaikaisia 3d-mittausmenetelmiä.

STUK on yhdessä Helsingin yliopistollisen keskussairaalan kanssa selvittänyt lääketieteellisen säteilyn käytön työntekijöiden altistuksia ja potentiaalisten altistusten todennäköisyyksiä.

## 7 Kansainvälinen yhteistyö

### Osallistuminen kansainvälisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

Säteilytoiminnan valvonta -osaston edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittausmenetelmien kehittämistä ja säteilyalan standardisoimistoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä ja toimikunnissa, mm. IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, AAPM, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP, HERCA, EURATOM/Artikla 31-asiantuntijaryhmä, WHO, UNSCEAR.

Säteilytoiminnan valvonta -osasto oli mukana Euroopan Komission projektissa (PiDRL), jossa valmisteltiin suositus potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoista lasten radiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä.

### Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2016 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilökokous
- Pohjoismaisen dosimetriaryhmän kokous
- Pohjoismaisten säteilysuojeluviranomaisten "Personal dosimetry workshop" -seminaari 11.–12.10.2016
- Pohjoismaisen terveydenhuollon säteilyn käytön ryhmän (Nordic group for medical applications) kokous
- HERCA (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities) ja sen työryhmät
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) vuosikokous ja sen työryhmät
- NORGIR-kokous (Nordic Working Group on Industrial Radiation)
- EACA:n (European Association of Competent Authorities on the transport of radioactive material) kokous
- ICNIRPin (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).
- NACP Radiation Physics Committee
- Nordic Ozone Group (mm. UV-asiat)
- Pohjoismaisten säteilysuojeluviranomaisten NIR-seminaari Oslolla
- WHO EMF-project ja InterSun Programme; international advisory group
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (solariumstandardit)
- IAEA: Transport Safety Standards Committee
- IAEA: Radiation Safety Standards Committee.

## 8 Kotimainen yhteistyö

### Osallistuminen kotimaisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

STUKin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa järjestöissä ja toimikunnissa, kuten Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Sairaalfyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta, Eurolab-Finland, SESKO ja STM:n rahoittama ja THL:n asettama Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä (KLIARY), Seulontatyöryhmä, SOTERKO ja Ympäristöherkkyyssverkosto. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmää ja luentoja.

### Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2016 STUKin edustajat osallistuivat seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen alatyöryhmät
- STM:n seulontatyöryhmä ja sen asetusmuutosta valmisteleva alatyöryhmä
- STM:n ympäristöherkkyyssverkosto
- SESKO SK 61 -komitea (Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- SESKO SK 106 -komitea (Sähkömagneettiset kentät)
- Puolustusvoimien säteilyturvallisuustoimikunta (NIR-asiat)

- Sairaalfyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta (säteilysuojeluasiat).

### STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2016 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Säteihoidofyysikoiden neuvottelupäivät 9.–10.6.2016 Helsingissä
- Säteilylähteiden kauppiaille ja huoltajille suunnattu neuvottelupäivä 9.11.2016 Helsingissä.

### Muu kotimainen yhteistyö

STUK teki VALVIRAn ja Aluehallintovirastojen kanssa valvontayhteistyötä.

STUKin edustaja toimii Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) asettaman ja sosiaali- ja terveysministeriön (STM) rahoittaman Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän (KLIARY) jäsenenä ja sihteerinä ja huolehti ryhmän nettisivujen ylläpidosta. Ryhmä mm. järjesti kliinisen auditoinnin kehittämistä koskeneen seminaarin ja valmisti suositusta pienten röntgentutkimusyksiköiden syventävistä kliinisistä auditoinneista. Ryhmä osallistui myös kliinisen auditoinnin tietojärjestelmien kehitystyöhön siten, että tietojärjestelmien avulla saataisiin tulevaisuudessa vaivattomasti ryhmän toimenkuvaan kuuluvia kansallisia yhteenvetoja kliinisen auditoinnin toteutumisesta ja tuloksista. Suositukset ja lisätietoja ryhmän toiminnasta on saavissa ryhmän nettisivulta ([www.clinicalaudit.net](http://www.clinicalaudit.net)).

## 9 Viestintä

Vuoden 2016 aikana tuli STUKiin www-sivujen kautta ja puhelimitse runsaasti säteilyyn liittyviä kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Suuri osa kysymyksistä koski ionisoimatonta säteilyä. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja ajankohtaisista säteilyaiheista.

UV-säteilyn haitoista viestittiin aktiivisesti. STUK osallistui UV-infoon, joka oli jo 14. peräkkäin järjestetty yhteinen UV-tilaisuus STUKin, Syöpäjärjestöt ry:n ja Ilmatieteen laitoksen kanssa. UV-infon aiheina olivat ihosyöpätilastot, suojauminen UV-säteilyltä kesätoissa, nuorten halu ruskettua sekä UV-indeksi. Tapahtumasta julkaistu tiedote sai hyvin medianäkyvyyttä ja paikalla oli paljon toimittajia. NIR-alueen viestintää tehostettiin parantamalla STUKin Internet-sivustolla julkaistuja materiaaleja.

Lehdistötiedotteita ja verkkouutisia laadittiin säteilytoiminnan valvonnassa seuraavista aiheista:

- Vahinko radioaktiivisen jodin käsittelyssä Tik-kakoskella
- STM pyytää lausuntoja esityksestä uudeksi säteilylaiksi
- Huomio röntgentutkimusten oikeutukseen – nyt on aika toimia!
- Röntgenlaitteen virhekytkentä aiheutti keuhkokuuvauksissa vähäistä ylimääräistä säteilyaltistusta

- Maaliskuisesta cesium-tapahtumasta kerätään kaikki opit
- Ruskettuminen on syöpäriski
- Vioittunut cesium-lähde on eristettynä Suomen Nukliditekniikan varastossa
- Ympäristössä tehdyissä mittauksissa ei poikkeavaa
- Tiloja palautetaan takaisin käyttöön ja selvitystyö jatkuu
- Cesium-137 paikannettu tällä hetkellä kiinteistön autotalliin ja osaan kellaritiloja
- STUK: Ei poikkeavia cesium-137-havaintoja muualta Suomesta, Helsingin pitoisuus normaalisoitunut.

Vuonna 2016 julkaistiin yksi terveydenhuollon sekä kaksi teollisuuden säteilyn käyttäjille suunnattua uutiskirjettä. Uutiskirjeen asema tiedonvälityskanavana pyritään jatkossa vakiinnuttamaan.

Vuonna 2015 aloitettiin kardiologisen säteilyn käytön turvallisuutta koskevan oppaan laadinta kutsumalla koolle työryhmä, jossa on mukana STUKin ulkopuolisia kardiologian asiantuntijoita (kardiologeja, fyysikoita ja röntgenhoitaja). Opas valmistuu syksyllä 2017.

## 10 Mittanormaalityö

### 10.1 Yleistä

STUK toimii ionisoivan säteilyn annossuureiden kansallisena mittanormaalityölaboratoriona. STUK pitää yllä kansallisia ja muita mittanormaaleja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Omien mittanormaaliensa kalibroinneista STUK huolehtii säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EURAMET-järjestön (European Association of National Metrology Institutes) toimintaan. STUK on myös mukana kansainvälisessä ekvivalenssisopimuksessa (CIPM-MRA), jonka toteutumisesta Euroopassa EURAMET koordinoi, ja IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

Mittanormaalityöinnistä vastaavat STUKin Dosimetrialaboratorio ionisoivan säteilyn annossuureiden osalta ja Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalityöinnistä vastaa STUKin Ympäristön säteilyvalvonta ja valmius -osasto (VALO).

#### Mittanormaalityö ylläpito sekä säteilytyslaitteiden ja mittausten menetelmien kehitys

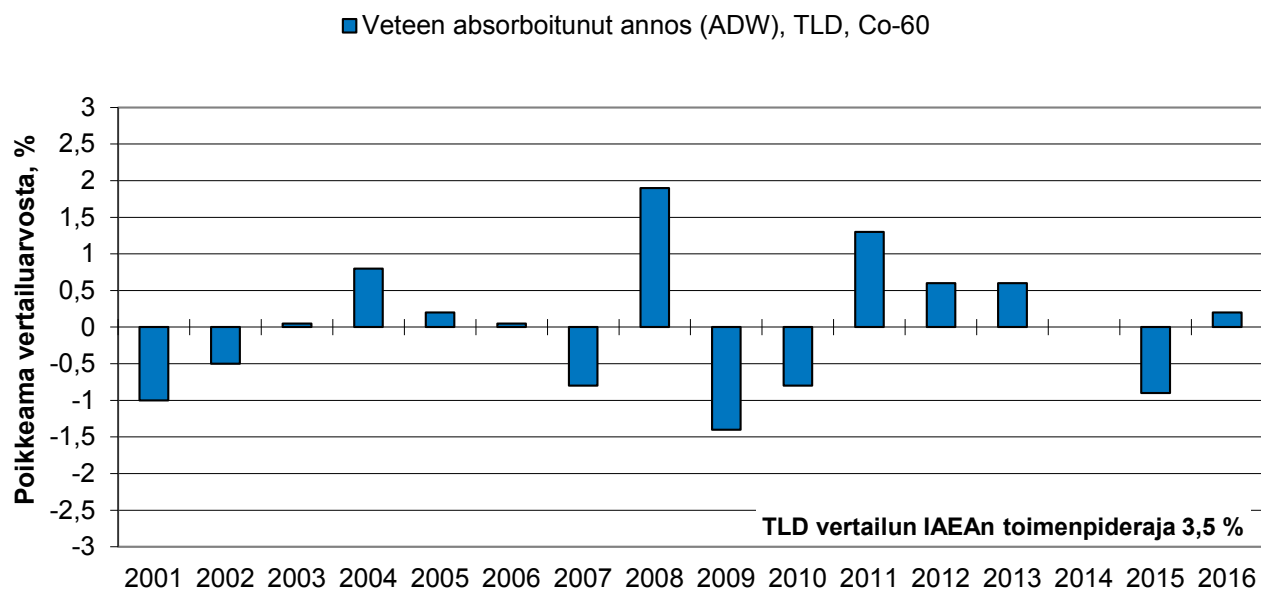
Säteilytyslaitteistot ja kansalliset mittanormaalit ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä

röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointeihin. Säteilytyslaitteistot ja mittanormaalit ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittareiden kalibrointeja varten. Automaatiologiikka, jolla ohjataan säteilytyslaitteistoja, uusittiin.

#### Mittari- ja mittaustulokset

STUK osallistui kolmeen EURAMET-kalibrointiverkkoon, jotka tehtiin eri röntgensäteilylaaduilla. Mittaustuloksena oli ilmakerma. Yhdestä vertailusta tulokset ovat saatavissa ja STUKin tulokset olivat erinomaiset tukien hyvin STUKin kalibrointitoimintaa. Kahden vertailun tulosten analysointi on kesken.

STUK osallistui IAEA/WHO kalibrointilaboratorioverkoston vuosittaiseen absorboituneen annoksen TLD-dosimetria audit -mittaukseen Co-60-gammasäteilyllä (sädehoidon annostarkkuus sekä kolmen vuoden välein järjestettävään OSDL vertailuun Co-60-gammasäteilyllä. STUKin tulokset kummassakin vertailussa erosivat vain hyvin vähän vertailuarvosta (0,2 % ja -0,9 %, vastaavasti) ja olivat hyvin IAEA:n ja laboratorion toimenpiderajojen sisällä. Kuvassa 10 esitetään TLD-vertailun poikkeamat vertailuarvosta vuosilta 2001–2016.



**Kuva 10.** TLD-verailun tulokset vuosilta 2001–2016. Tulokset on esitetty poikkeamana (%) vertailuarvosta. IAEAn toimenpideraja tuloksille on 3,5 %.

## 11 Palvelut

### Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

Dosimetrialaboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointi-, tarkastus- ja testaustodistuksia annettiin 157 kappaletta ja säteilytystodistuksia 44 kappaletta. Säteilytyseriä oli 1 203 kappaletta. Kalibroinneista noin 15 % tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia

yhteensä kahdeksan kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä neljä kappaletta. NIR-yksikön palvelusuoritteet vuosit 2007–2016 on esitetty liitteen 1 taulukossa 14.

### Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa kehitettiin ja niitä myytiin 49 kappaletta.

## LIITE 1

## TAULUKOT

**Taulukko 1.** Säteilyn käytön turvallisuusluvuissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2016 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentoiminta	300
Röntgentoiminta (eläinlääketiede)	249
Vaativa röntgentoiminta	93
C-kaaritoiminta	83
Suppea röntgentoiminta	1 484
Osastokuvaustoiminta	52
Seulontatoiminta	56
Avolähteiden käyttö	25
Avolähteiden käyttö (eläinlääketiede)	2
Umpilähteiden käyttö	25
Umpilähteiden käyttö (eläinlääketiede)	1
Sädehoito	13

**Taulukko 2.** Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2016 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
<b>Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*1</b>	<b>1 586</b>
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	490
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	275
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	169
mammografialaitteet, joista	168
• seulontamammografia	84
• tomosynteesi	10
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	111
• angiografia	48
• läpivalaisu	29
• kardioangiografia	42
TT-laitteet, joista	128
• SPECT-TT	34
• PET-TT	14
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	16
O-kaarilaitteet	8
hammasröntgenlaitteet (muu kuin tavanomainen hammaskuvaus)	160
• KKTT-laite	89
• panoraatomografiröntgenlaitteet	97
• intraoraaliröntgenlaitteet	32
luun mineraalipitoisuuden mittausslaitteet	57
muut laitteet	4
<b>Hammasröntgenlaitteet (tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytetyt)</b>	<b>5 906</b>
intraoraaliröntgenlaitteet	5 240
panoraamaröntgenlaitteet	651



<b>Sädehoidon laitteet</b>	<b>151</b>
kiihdyttimet	44
röntgenkuvauslaitteet	44
automaattiset jälkilataushoitolaitteet	7
manuaaliset jälkilatauslaitteet	3
röntgenhoitolaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	15
umpilähteet (tarkistuslähteet)	37
<b>Umpilähteet</b>	<b>312</b>
kalibrointi- ja testauslaitteet	300
vaimennuskorjausyksiköt	6
gamma säteilyttimet	2
muut terveydenhuollon umpilähteet	4
<b>Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet</b>	<b>403</b>
tavanomaiset röntgenlaitteet	300
luun mineraalikelvopaisuuden mittauslaitteet	0
läpivalaisulaitteet	2
intraoraaliröntgenlaitteet	91
TT-laitteet, joista	10
• SPECT-TT	0
• PET-TT	0
muut laitteet	0
<b>Radionuklidilaboratoriot</b>	<b>36</b>
B-typin laboratoriot	27
C-typin laboratoriot	9
*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

**Taulukko 3.** Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2016 lopussa.

<b>Säteilyn käyttö</b>	<b>Toiminnot (kpl)</b>
Umpilähteiden käyttö	556
Röntgenlaitteiden käyttö	604
Asennus, koekäyttö ja huolto	186
Radioaktiivisten aineiden tuonti, vienti tai kauppa	113
Röntgenlaitteiden kauppa	30
Avolähteiden käyttö	86
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	18

**Taulukko 4.** Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2016 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
<b>Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet</b>	<b>5 882</b>
pintakytkimet	1 876
pinnankorkeusmittarit	1 100
tiheysmittarit	971
kuljetinvälikkeet	620
pintapainomittarit	449
kalibrointi-, testaus- tai opetuslaitteet tai -lähteet	351
kosteus- ja tiiveysmittarit	109
hiukkaspitoisuusmittarit	72
fluoresenssianalysaattorit	47
radiografialaitteet	19
muut laitteet	268
<b>Röntgenlaitteet</b>	<b>1 862</b>
läpivalaisulaitteet	767
diffraکتio- ja fluoresenssianalysaattorit	551
radiografialaitteet	381
pintapainomittarit	45
muut röntgenlaitteet	118
<b>Hiukkaskiihdyttimet</b>	<b>27</b>
tutkimus	16
läpivalaisu	6
radioaktiivisten aineiden valmistus	5
<b>Radionuklidilaboratoriot</b>	<b>115</b>
A-tyyppin laboratoriot	7
B-tyyppin laboratoriot	25
C-tyyppin laboratoriot	80
toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	3

**Taulukko 5.** Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2016 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)
<b>Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet</b>	
Cs-137	4 110
Co-60	941
Am-241 (gammalähteet)	322
Kr-85	312
Fe-55	110
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	102
Sr-90	99
Pm-147	90
Ni-63	76
<b>Korkea-aktiiviset umpilähteet</b>	
Cs-137	55
Co-60	29
Ir-192	10
Am-241 (gammalähteet)	9
Sr-90	5
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	5

**Taulukko 6.** Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2016.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	46 022	23	2 275	22
Se-75	2 220	1	< 1	1
Kr-85	1 495	101	1 169	79
Fe-55	138	28	95	19
Cs-137	91	60	- **)	-
Ni-63	47	126	10	27
Pm-147	25	37	3	15
I-125	24	*)	-	-
Am-241	13	36	2	295
Gd-153	10	14	-	-
Sr-90	7	20	4	7
Co-57	6	48	-	-
Ge-68	4	13	-	-
Co-60	3	17	-	-
muut yhteensä ***)	< 1	15	-	-
<b>Yhteensä</b>	<b>50 107</b>	<b>539</b>	<b>3 558</b>	<b>465</b>

\*) Pienten, sädehoidossa käytettävien I-125-lähteiden tarkka lukumäärä ei ole tiedossa.  
 \*\*) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei toimituksia Suomesta ole ollut.  
 \*\*\*) Nuklidit: Cf-252, Po-210, Ru-106, Ba-133 ja Na-22.

**Taulukko 7.** Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2016.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	207 772
C-11	23 040
O-15	6 350
Cu-64	38
<b>Yhteensä</b>	<b>237 200</b>

**Taulukko 8.** Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2012–2016.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2012	1 182	2 419	2,60	5,80
2013	1 184	2 596	2,79	6,02
2014	1 213	2 441	2,74	5,93
2015	1 153	2 527	2,66	6,09
2016	1 118	2 534	2,95	7,24

**Taulukko 9.** Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2012–2016.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain								
	Terveystenhoito		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut*)	Ydinenergian käyttö**)	Yhteensä***)
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muillėsäteilylähteille altistuvat							
2012	3 989	1 083	582	1 286	720	22	107	3 676	11 341
2013	3 953	1 147	636	1 329	727	20	125	3 715	11 540
2014	3 743	1 243	653	1 257	686	22	143	3 621	11 197
2015	3 631	1 244	664	1 371	649	26	142	3 291	10 800
2016	3 548	1 218	703	1 322	644	27	163	3 511	10 951

<sup>\*)</sup> Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

<sup>\*\*)</sup> Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

<sup>\*\*\*)</sup> Tässä sarakeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muille säteilylähteille ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

**Taulukko 10.** Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden kokonaisannokset (syväannosten summat) toimialoittain vuosina 2012–2016.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)								
	Terveystenhoito		Eläinlääketiede*)	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut**)	Ydinenergian käyttö****)	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat*)	Muillėsäteilylähteille altistuvat							
2012	1,33	0,10	0,12	0,16	0,05	0,007	0,001	2,47	4,23
2013	1,24	0,09	0,12	0,14	0,04	0,005	0,002	1,25	2,90
2014	1,29	0,08	0,11	0,16	0,04	0,019	0,007	1,57	3,28
2015	1,27	0,10	0,13	0,18	0,03	0,011	0,003	1,35	3,07
2016	1,22	0,08	0,13	0,16	0,04	0,016	0,007	1,81	3,46

<sup>\*)</sup> Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

<sup>\*\*)</sup> Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

<sup>\*\*\*)</sup> Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

**Taulukko 11.** Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2016.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	211	0,60	3,6	2,7	17,7
Toimenpideradiologit**)	31	0,22	9,1	7,0	24,9
Radiologit**)	298	0,22	3,3	0,7	14,0
Erikoislääkärit**) ***)	314	0,06	1,0	0,2	5,3
Sairaanhoitajat**)	1 100	0,05	0,4	0,0	2,5
Röntgenhoitajat (röntgensäteily)**)	1 151	0,03	0,4	0,0	2,4
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	538	0,06	0,7	0,1	3,0
Eläintenhoitajat ja avustajat**)	432	0,07	1,1	0,2	6,1
Eläinlääkärit**)	270	0,05	1,4	0,2	6,5
Materiaalitarkastusten tekijät****)	544	0,10	0,7	0,2	3,9
Merkkiainekokeiden tekijät	24	0,04	3,3	1,8	7,9
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• eristetyö	58	0,16	3,2	2,7	10,7
• mekaaniset työt ja konekunnossapitotyöt	662	0,58	1,4	0,9	9,1
• siivous	220	0,21	1,8	1,0	8,1
• materiaalitarkastus	222	0,18	1,3	0,8	9,5
• sähkö- ja automaatio-työt	671	0,14	0,7	0,2	5,6
• säteilysuojeluhenkilöstö	77	0,12	2,0	1,5	8,6

\*) Kirjauskynnys on 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk.

\*\*) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystarkkailun ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

\*\*\*\*) Sisältää mm. kirurgit, urologit, ortopedit, neuroradiologit ja gastroenterologit.

\*\*\*\*\*) Muualla kuin ydinvoimalaitoksissa aiheutunut altistus.

**Taulukko 12.** Merkittävimmät radioaktiiviset jätteet kansallisessa pienjätevarastossa (31.12.2016).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	26 616
Cs-137	2 820
Am-241	2 202
Pu-238	1 505
Kr-85	1 414
Am-241 (Am-Be)	603
Ra-226	235
Sr-90	212
Cm-244	143
Co-60	88
Fe-55	32
Ni-63	33
C-14	18
PU-234 (Pu-Pe)	7
U-238 *)	1 284 kg
Th-323	2,5 kg
*) Köydytetty uraani	

**Taulukko 13.** Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät viranomaissuoritteet vuosina 2007–2016.

Vuosi	Viranomaistarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Vaarallisten lasereiden poistot internetkaupoista	Yhteensä
2007	64	3	3		70
2008	67	5	6		78
2009	47	2	9	15	73
2010	55	3	9	31	98
2011	56	6	3	42	107
2012	53	0	15	43	111
2013	63	3	11	42	119
2014	53	2	23	41	119
2015	68	1	14	14	97
2016	72	2	10	18	102

**Taulukko 14.** Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet vuosina 2007–2016.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvionnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2007	33	17	50
2008	46	24	70
2009	31	12	43
2010	36	13	49
2011	4	10	14
2012	8	16	24
2013	5	5	10
2014	6	8	14
2015	2	7	9
2016	8	4	12

**Taulukko 15.** Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2007–2016. Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012–2016 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella (lukumäärä suluissa) ja selvitettiin toiminnan vaatimustenmukaisuutta selvityspyynnöillä.

<b>Vuosi</b>	<b>Tarkastusten lukumäärä (kpl)</b>
2007	31
2008	26
2009	19
2010	16
2011	7
2012	6 (16)
2013	3 (40)
2014	1 (20)
2015	4 (17)
2016	4 (55)

**Taulukko 16.** Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2007–2016.

<b>Vuosi</b>	<b>Testien lukumäärä (kpl)</b>
2007	15
2008	10
2009	15
2010	10
2011	5
2012	15
2013	11
2014	10
2015	14
2016	11

## LIITE 2

## JULKAISUT VUONNA 2016

Sähköisestä julkaisuarkistosta Julkarista (Julkari.fi) löytyvät STUKin sarjajulkaisut pdf-muodossa. Julkari toimii myös julkaisurekisterinä. Osasta julkaisuja löytyy siksi vain metatiedot.

Vuonna 2016 valmistuivat seuraavat julkaisut:

### STUK:laisten tieteelliset artikkelit

Barquinero Joan Francesc, Beinke Christina, Borràs Mireia, Buraczewska Iwona, Darroudi Firouz, Gregoire Eric, Hristova Rositsa, Kulka Ulrike, Lindholm Carita, Moreno Mercedes, Moquet Jayne, Oestreicher Ursula, Prieto Jesús M, Pujol Mònica, Ricoul Michelle, Sabatier Laure, Sommer Sylwester, Sun Mingzhu, Wojcik Andrzej, Barrios Leonardo. RENEb biodosimetry inter-comparison analyzing translocations by FISH. *International Journal of Radiation Biology* 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1222092> (Published online: 05 Oct 2016.).

Jokela K, Laakso I. Dielectric polarization transients in biological tissue moving in a static magnetic field. *Bioelectromagnetics* 2016; 37 (6):409–22. doi: 10.1002/bem.21979.

Kiuru A, Lehtinen M, Alén R. Investigations conducted among Finnish radiation workers in 2004–13 and their effect on the recorded individual doses. *Radiation Protection Dosimetry* 2016; 170 (1–4):437–41. doi:10.1093/rpd/ncw113.

Kortesniemi M, Siiskonen T, Kellaranta A, Lappalainen K. Actual and potential radiation exposures in digital radiology: Analysis of cumulative data, implications to worker classification and occupational exposure monitoring. *Radiation Protection Dosimetry* 2016; doi: 10.1093/rpd/ncw099 (Advance access published 21.4.2016.).

Kulka Ulrike, Abend Michael, Ainsbury Elizabeth, Badie Christophe, Barquinero Joan Francesc, Barrios Leonardo, Beinke Christina, Bortolin Emanuela, Cucu Alexandra, De Amicis Andrea, Domínguez Inmaculada, Fattibene Paola, Frøvig Anne Marie, Gregoire Eric, Guogyte Kamile, Hadjidekova Valeria, Jaworska Alicja, Kriehuber

Ralf, Lindholm Carita, Lloyd David, Lumniczky Katalin, Lyng Fiona, Meschini Roberta, Mörtl Simone, Della Monaca Sara, Monteiro Gil Octávia, Montoro Alegria, Moquet Jayne, Moreno Mercedes, Oestreicher Ursula, Palitti Fabrizio, Pantelias Gabriel, Patrono Clarice, Piqueret-Stephan Laure, Port Matthias, Prieto María Jesus, Quintens Roel, Ricoul Michelle, Romm Horst, Roy Laurence, Sáfrány Géza, Sabatier Laure, Sebastià Natividad, Sommer Sylwester, Terzoudi Georgia, Testa Antonella, Thierens Hubert, Turai Istvan, Trompier François, Valente Marco, Vaz Pedro, Voisin Philippe, Vral Anne, Woda Clemens, Zafiropoulos Demetr, Wojcik Andrzej. RENEb – Running the European Network of biological dosimetry and physical retrospective dosimetry. *International Journal of Radiation Biology* 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1230239> (Published online: 06 Oct 2016.).

Lehtinen M, Alén R, Kiuru A. Experiences in developing a national dose register in Finland and merging it with the overall supervisory data system. *Radiation Protection Dosimetry* 2016; 170 (1–4); 442–5. doi: 10.1093/rpd/ncw125.

Lindfors Anders V, Ylianttila Lasse. Visualizing rayleigh scattering through UV photography. *Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS)* 2016; 1561–1564. <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00260.1>.

Marco E., Flegal Farrah N., Figel Markus, Garcia Omar, Monteiro Gil Octávia, Gregoire Eric, Guerrero- Carbajal C., Güçlü Inci, Hadjidekova Valeria, Hande Prakash, Kulka Ulrike, Lemon Jennifer, Lindholm Carita, Lista Florigio, Lumniczky Katalin, Martinez-Lopez Wilner, Maznyk Nataliya, Meschini Roberta, M'kacher Radia, Montoro Alegria, Moquet Jayne, Moreno Mercedes, Noditi Mihaela, Pajic Jelena, Radl Analía, Ricoul Michelle, Romm Horst, Roy Laurence, Sabatier Laure, Sebastià Natividad, Slabbert Jacobus, Sommer Sylwester, Stuck Oliveira Monica, Subramanian Uma, Suto Yumiko, Que Tran, Testa Antonella, Terzoudi Georgia, Vral Anne, Wilkins Ruth, Yanti LusiYanti, Zafiropoulos



Demetre, Wojcik Andrzej. RENEB intercomparisons applying the conventional Dicentric Chromosome Assay (DCA). *International Journal of Radiation Biology* 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1233370> (Published online: 21 Oct 2016.).

Monteiro Gil Octavia, Vaz Pedro, Romm Horst, De Angelis Cinzia, Antunes Ana Catarina, Barquinero Joan-Francesc, Beinke Christina, Bortolin Emanuela, Burbidge Christopher Ian, Cucu Alexandra, Della Monaca Sara, Moreno Domene Mercedes, Fattibene Paola, Gregoire Eric, Hadjidekova Valeria, Kulka Ulrike, Lindholm Carita, Meschini Roberta, M'Kacher Radhia, Moquet Jayne, Oestreicher Ursula, Palitti Fabrizio, Pantelias Gabriel, Montoro Pastor Alegria, Popescu Irina-Anca, Quattrini Maria Cristina, Ricoul Michelle, Rothkamm Kai, Sabatier Laure, Natividad Sebastià, Sommer Sylwester, Terzoudi Georgia, Testa Antonella, Trompier Francois, Vral Anne. Capabilities of the RENEB network for research and large scale radiological and nuclear emergency situations. *International Journal of Radiation Biology* 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1227107> (Published online: 04 Oct 2016.).

Moquet Jayne, Barnard Stephen, Staynova Albena, Lindholm Carita, Monteiro Gil Octávia, Martins Vanda, Rößler Ute, Vral Anne, Vandevoorde Charlot, Wojewódzka Maria, Rothkamm Kai. The second gamma-H2AX assay inter-comparison exercise carried out in the framework of the European biodosimetry network (RENEB). *International Journal of Radiation Biology* 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1207822> (Published online: 15 Aug 2016.).

Oestreicher Ursula, Samaga Daniel, Ainsbury Elizabeth, Antunes Ana Catarina, Baeyens Ans, Barrios Leonardo, Beinke Christina, Beukes Philip, Blakely William F, Cucu Alexandra, De Amicis Andrea, Depuydt Julie, De Sanctis Stefania, Di Giorgio Marina, Dobos Katalin, Dominguez Inmaculada, Ngoc Duy Pham, Espinoza Periañez R, Bezhenar R, Brovchenko I, Duffa C, Iosjpe M, Jung KT, Kobayashi T, Lamago F, Maderich V, Min BI, Nies H, Osvath L, Outola I, Psaltaki M, Suh KS, deWith G. Modelling of marine radio-

nuclide dispersion in IAEA MODARIA program: Lessons learnt from the Baltic Sea and Fukushima scenarios. *Science of the Total Environment* 2016; 569-570: 594–602. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.131>.

Romm Horst, Ainsbury Elizabeth A, Barquinero Joan Francesc, Barrios Leonardo, Beinke Christina, Cucu Alexandra, Moreno Domene Mercedes, Filippi Silvia, Monteiro Gil Octávia, Eric Gregoire, Hadjidekova Valeria, Hatzi Vasia, Lindholm Carita, M'kacher Radhia, Montoro Alegria, Moquet Octávia Jayne, Noditi Mihaela, Oestreicher Ursula, Palitti Fabrizio, Pantelias Gabriel, Prieto María Jesús, Popescu Irina, Rothkamm Kai, Sebastià Natividad, Sommer Sylwester, Terzoudi Georgia, Testa Antonella, Wojcik Andrzej. Web based scoring is useful for validation and harmonisation of scoring criteria within RENEB. *International Journal of Radiation Biology* 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1206228> (Published online: 22 Aug 2016.).

Sipilä Petri, Ojala Jarkko, Kaijaluo Samps, Jokelainen Ilkka, Kosunen Antti. Gafchromic EBT3 film dosimetry in electron beams – energy dependence and improved film read-out. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 2016; 17 (1).

### STUKin omat sarjajulkaisut

Järvinen Hannu. Terveysturvallisuuden säteilyn käytöstä (röntgendiagnostiikka ja toimenpideradiologia) väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen. STUK-TR 21. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2016.

Kaijaluo Samps (toim.). Isotooppilääketieteen TT-opas. STUK opastaa/Marraskuu 2016. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2016.

Pastila Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2015. STUK-B 202. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2016.

Pastila Riikka (ed.). Radiation practices. Annual report 2015. STUK-B206. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2016.

Puranen Lauri, Moilanen Vesa. Altistuminen kehon lähellä käytettävien radiolaitteiden sähkö-

magneettisille kentille työpaikoilla. STUK-TR 20. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2016.

Suutari Juha (toim.). Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. STUK-B 2017. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2016.

Strålsäkerhetscentralen. Användning av strålkällor i skolor och vid läroanstalter. STUK anvisningar/ Juni 2016. Helsingfors; Strålsäkerhetscentralen: 2016.

Säteilyturvakeskus. Säteilylähteiden käyttö kouluissa ja oppilaitoksissa. STUK opastaa/Kesäkuu 2016. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2016.

### STUKin esitteet / Muut julkaisut

Toivo Tim, Alanko Tommi. Käytännön opas sähkömagneettisten kenttien aiheuttamien vaarojen hallintaan työpaikoilla. Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi sähkömagneettisista kentistä aiheutuville vaaroilta. Sosiaali- ja terveysministeriön esite (2016). Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö; 2016.

### ST-ohjeet

#### Suomenkieliset

Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja säteilysuojelukoulutus. Ohje ST 1.8 (25.1.2016).

Säteilytoiminta ja säteilymittaukset. Ohje ST 1.9 (23.11.2016)

Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus. Ohje ST 5.1 (13.9.2016).

Säteilylähteiden kauppa. Ohje ST 5.4 (14.6.2016).

Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä. Ohje ST 6.1 (2.3.2016).

#### Ruotsinkieliset

Behörighet och strålskyddsutbildning för personer inom en användarorganisation. Direktiv ST 1.8 (25.1.2016).

Strålningsverksamhet och strålningsmätningar. Direktiv ST 1.9 (23.11.2016).

Strålsäkerheten hos apparater med slutna källor. Direktiv ST 5.1 (13.9.2016).

Handel med strålkällor. Direktiv ST 5.4 (14.6.2016).

Strålsäkerhet vid användning av öppna strålkällor. Direktiv ST 6.1 (2.3.2016).

#### Englanninkieliset käännökset

Qualifications and radiation protection training of persons working in a radiation user's organization. Guide ST 1.8 (25 January 2016).

Installation, repair and servicing of radiation appliances. Guide ST 5.8 (25.9.2015).

Radiation safety when using unsealed sources. Guide ST 6.1 (2.3.2016).

**LIITE 3**

ST-OHJEET. TILANNE 31.3.2017

**Yleiset ohjeet**

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuus, 23.5.2013
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkit, 9.12.2013
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 2.11.2011
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta, 12.9.2013
- ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla, 10.12.2009
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 10.12.2012
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja säteilysuojelukoulutus, 25.1.2016
- ST 1.9 Säteilytoiminta ja säteilymittaukset, 23.11.2016
- ST 1.10 Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu, 14.7.2011
- ST 1.11 Säteilylähteiden turvajärjestelyt, 21.3.2017

**Sädehoito**

- ST 2.1 Sädehoidon turvallisuus, 18.4.2011

**Lääketieteellinen röntgentutkimus**

- ST 3.1 Hammasröntgentutkimukset terveydenhuollossa, 13.6.2014
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 8.12.2014
- ST 3.8 Säteilyturvallisuus mammografiatutkimuksissa, 25.1.2013

**Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta**

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 13.9.2016
- ST 5.2 Tarkastus- ja analyysiröntgenlaitteiden käyttö, 26.9.2008
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 4.5.2007
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 14.6.2016
- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 9.3.2012
- ST 5.7 Radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirrot, 6.6.2011

- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö, 25.9.2015

**Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet**

- ST 6.1 Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä, 2.3.2016
- ST 6.2 Avolähteiden käytöstä syntyvät radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 9.1.2017
- ST 6.3 Säteilyturvallisuus isotooppilääketeessä, 14.1.2013

**Säteilyannokset ja terveystarkkailu**

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 14.8.2014
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 8.8.2014
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 13.6.2014
- ST 7.4 Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen, 8.12.2014
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 13.6.2014

**Eläinlääketiede**

- ST 8.1 Säteilyturvallisuus eläinröntgentutkimuksissa, 20.3.2012

**Ionisoimaton säteily**

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.7.2013
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Laserien säteilyturvallisuus yleisöesityksissä, 30.4.2015

**Luonnonsäteily**

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 2.2.2011
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 17.12.2010
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 1.11.2013

## STUK-B sarjan julkaisuja

**STUK-B 213** Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2016.

**STUK-B 212** Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2016.

**STUK-B 211** Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2016.

**STUK-B 210** Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2016.

**STUK-B 209** Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1-2/2016.

**STUK-B 208** Lehto J. Säteilyturvallisuus hiukkas-kiihdyttimien käytössä.

**STUK-B 207** Suutari J (toim.). Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015.

**STUK-B 206** Pastila R (ed.). Radiation practices. Annual report 2015.

**STUK-B 205** Finnish report on nuclear safety. Finnish 7th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

**STUK-B 204** Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2015. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2015. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2015.

**STUK-B 203** Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2015.

**STUK-B 202** Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2015.

**STUK-B 201** Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2015.

**STUK-B 200** Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2015.

**STUK-B 199** Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2015.

**STUK-B 198** Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2015.

**STUK-B 197** STUK's review on the construction license stage post closure safety case of the spent nuclear fuel disposal in Olkiluoto.

**STUK-B 196** STUK's statement and safety assessment on the construction of the Olkiluoto encapsulation plant and disposal facility for spent nuclear fuel.

**STUK-B 195** Säteilyturvakeskuksen lausunto ja turvallisuusarvio Olkiluodon käytetyn ydinpoltoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta.

**STUK-B 194** Pastila R (ed.). Radiation practices. Annual report 2014.

**STUK-B 193** Järvinen V, Kaivola M, Ojanperä A, Tala M, Tarkkonen T. Kyselytutkimus toiminnanharjoittajille säteilylainsäädännön uudistustarpeista.

**STUK-B 192** Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2015

**STUK-B-raportit STUKin verkkosivuilla:**  
[www.stuk.fi/julkaisut/valvontaraportit](http://www.stuk.fi/julkaisut/valvontaraportit)



Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500  
[www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)

ISBN 978-952-309-378-2 (pdf)  
ISSN 2243-1896  
Helsinki 2017